

FACULTAD DE CIENCIAS
GRADO EN CIENCIAS DEL MAR
TRABAJO FIN DE GRADO
CURSO ACADÉMICO [2017-2018]

**Rapid Assessment Survey (RAS) en marinas de la provincia de Alicante:
Tunicados bentónicos (Ascidiacea).**

Alumno: **Julio Úbeda Quesada**

Tutor: **Prof. Alfonso A. Ramos Esplá**

Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada, UA.

Abstract

The ascidians are a group of tunicates (Chordata) very characteristic in the fouling of ports and aquaculture infrastructures, appearing abundantly in most submerged structures (buoys, ropes, pontoons...). In this way, marinas are access “roads” for the secondary introduction of species, through the recreational boats, with their protected waters and large infrastructures available for the colonization of exotic species. However, few studies have been carried out on the characterization of the ascidiofauna of ports, and their dynamics among nearby areas. In this study, samples were taken in 7 ports along the 150 km of coastline in the western Mediterranean Sea (Alicante area), and collected from buoys, ropes and pontoons in marina habitats. All individuals of ascidians found, have been identified up to a maximum depth of 3 meters at species level. A total of 324 specimens belonging to 11 colonial and solitary species have been determined; some of them have been found in almost all ports (eg *Ciona intestinalis*, *Clavelina lepadiformis*, *Aplidium* aff. *densum* and *Diplosoma listerinum*), while others have only rarely appeared (eg *Ascidiella scabra* and *Ascidia mentula*). Moreover, it should be noted the appearance of invasive species, such as *Microcosmus squamiger* and the strong influence of salinity on the appearance of specimens. Univariate and multivariate analyses have been made in order to see possible differences between marinas. The importance of the knowledge of the ascidians in the ports and other artificial structures is underlined, to understand their dispersal capacity, investigate their invasive potential and, if necessary, develop adequate management and contingency plans.

Keywords: Marine invasion, ascidian, RAS, marines, fouling.

Resumen

Las ascidias son un grupo de tunicados (Chordata) muy característico en el fouling de puertos e infraestructuras de acuicultura, apareciendo de manera abundante en la mayoría de puntos pertenecientes a los mismos (boyas, cabos, pantalanes...). De esta forma, los puertos deportivos son vías de acceso para la introducción de especies, a través de barcos recreacionales, con sus aguas protegidas y grandes infraestructuras disponibles para la colonización de especies exóticas. Sin embargo, pocos son los estudios realizados sobre la caracterización de la ascidiofauna de puertos, y su dinámica entre geolocalizaciones cercanas. En este estudio, se tomaron muestras en 7 puertos a lo largo de los 150 km de costa en el oeste del mar Mediterráneo, recolectadas de boyas, cabos y pantalanes en hábitats portuarios. Se ha determinado un total de 324 ejemplares pertenecientes a 11 especies coloniales y solitarias; algunas de ellas se han encontrado en casi todos los puertos (p.e. *Ciona intestinalis*, *Clavelina lepadiformis*, *Aplidium* aff. *densum* y *Diplosoma listerinum*), mientras que otras solo han aparecido raramente (p.e. *Ascidiella scabra* y *Ascidia mentula*). Cabe destacar la aparición especies invasoras, como *Microcosmus squamiger* y la fuerte influencia de la salinidad en la aparición de los especímenes. Análisis univariantes y multivariantes han sido realizados para detectar posibles diferencias entre los puertos. Se resalta la importancia de la catalogación de las ascidias en los puertos y otras estructuras artificiales, para entender su capacidad de dispersión, investigar su potencial invasor y, en caso necesario, desarrollar planes de gestión y contingencia adecuados.

Palabras clave: Invasión marina, ascidias, RAS, puertos, fouling.

Índice

Abstract.....	2
Resumen.....	2
1. Introducción.....	4
1.1 Justificación y necesidad.....	4
1.2 Objetivos.....	5
2. Material y métodos.....	6
2.1 Áreas de estudio.....	6
2.2 Trabajo de mar.....	7
2.3 Trabajo de laboratorio.....	8
2.4 Tratamiento de datos y análisis estadístico.....	8
3. Resultados.....	9
3.1 Estudio ecológico.....	9
3.2 Estudio taxonómico.....	10
3.3 Análisis estadísticos.....	11
3.3.1 Análisis univariante.....	11
3.3.2 Análisis multifactorial.....	12
4 Discusión.....	15
5 Conclusiones.....	18
6 Conclusions.....	19
7 Planteamiento de futuro.....	20
8 Agradecimientos.....	20
9 Bibliografía.....	20
10 Anexos.....	24
- Anexo 1.....	24
Recogida de muestras	
Abundancia de especies	
Cronograma	
- Anexo 2.....	28
Fichas de las especies	

1. Introducción

1.1 Justificación y necesidad

Con el aumento de las actividades humanas en el medio marino, la emigración de especies entre distintos océanos está aumentando de forma significativa (Molnar *et al.*, 2008); junto al tráfico internacional de barcos, la acuicultura marina y al cambio climático (Occhipinti-Ambrogi y Savini, 2003, Hewitt y Ruiz, 2009; Kaluza *et al.*, 2010). El papel principal de la introducción de especies no-indígenas (NIS, en las siglas inglesas = Non Indigenous Species) en nuevos hábitats en el mar Mediterráneo, es llevado a cabo a través del *fouling* en los cascos de los barcos y las aguas de lastre de grandes navíos (Molnar *et al.*, 2008). Una vez introducidos en los puertos, la gran disponibilidad de sustrato artificial libre para la colonización y la alteración del hábitat (Kedra *et al.*, 2013), facilita la fijación de especies NIS. Posteriormente, la navegación deportiva actúa como vector secundario en la expansión a nivel local y regional de las NIS (Murray *et al.*, 2011).

Las ascidias o tunicados bentónicos (Chordata, Tunicata), son invertebrados sésiles marinos filtradores, en su etapa adulta, que se encuentran en todas las comunidades bentónicas de fondo duro a nivel mundial. Particularmente abundantes en los puertos donde se encuentran gran cantidad de objetos flotantes y otras estructuras artificiales que colonizar. Las ascidias son bien conocidas por su uso en estudios de distribución ecológica de especies (Ramos-Esplá, 1988; Turón, 1988), gracias a su rápido ciclo de vida (Svane y Young, 1989); donde la larva se fija en cuestión de minutos o de pocos días en el sustrato disponible, colonizándolo y en ciertos casos desplazando a las especies nativas (Lambert, 2001; Shenkar y Loya, 2008). Un buen número de especies se encuentran muy bien adaptadas a las condiciones del hábitat portuario (Piola y Johnston., 2008). De este modo, especies introducidas de ascidias que presenten crecimientos superiores a las especies autóctonas, las pueden desplazar total o parcialmente del hábitat portuario (ICES, 2005; Galil, 2009), compitiendo por el espacio y/o los recursos tróficos (Lambert y Lambert, 1998). Ciertas especies de tunicados se consideran invasoras para el ecosistema, desplazando otras especies nativas, como *Microcosmus squamiger* (Turón *et al.*, 2007), creciendo de forma abundante formando aglomeraciones. Además las ascidias, representan un grave problema para las actividades de acuicultura de bivalvos, al presentar mejores tasas de filtración (Lambert, 2001), disminuyendo de este modo el alimento disponible para el cultivo.

Otros estudios han demostrado el papel que juegan ciertas especies de ascidias en la diversidad de ecosistemas portuarios (Blum *et al.*, 2007) como *Ciona intestinalis* que crece sobre la fauna circundante o formando aglomeraciones (Lambert y Lambert, 1998) disminuyendo la diversidad de especies local y cambiando la composiciones de organismos sésiles del sustrato. Aunque a día de hoy existe poca información sobre tales patrones de crecimiento para la diversidad de la comunidad.

La temperatura juega un importante papel en la distribución de los organismos marinos (Sara, 1985). Como consecuencia, se encuentran diferencias en la composición y fisionomía entre diferentes partes del Mediterráneo (Astraldi *et al.*, 1995). Por ello, resulta un tema de alto interés comparar los estudios previos realizados tanto en la parte Norte y Sur, como del Oeste al Este del mar Mediterráneo (Sara, 1985), que ya destacan la importancia de la temperatura en la formación de ecorregiones marinas. Por otro lado, la salinidad y la turbidez son otros factores importantes dentro de los puertos, y observar su influencia en el asentamiento de ascidias es de vital importancia para conocer en mayor medida la ecología de las especies.

Se ha llevado a cabo un *Rapid Assessment Survey* (RAS) (Pederson *et al.*, 2003; Bishop *et al.*, 2015), un método estándar para contrastar tendencias de ocupación de NIS en puertos de todo el mundo. Recolectando muestras incrustantes sobre sustratos artificiales fácilmente accesibles desde la superficie (boyas, pantalanes, cabos, etc.), en 7 puertos deportivos del Sudeste de la Península Ibérica (de Norte a Sur: Dénia, Jávea, Calpe, Campello, Alicante, Guardamar y Torre Vieja). Para llevar un seguimiento de las especies NIS en dichos puertos deportivos, y de este modo monitorizar la introducción de especies marinas, y su posterior diseminación local (Acosta y Forrest., 2009).

No existen muchos trabajos cuantitativos sobre la distribución de las NIS, en especial en tunicados, en función de condiciones ambientales (temperatura, salinidad, exposición, etc.). Hasta la fecha, la mayoría de los estudios se han centrado en catalogar las especies exóticas observadas en un lugar o puerto en concreto (e.g. Arenas *et al.*, 2006; Izquierdo *et al.*, 2009; Callahan *et al.*, 2010; Carman *et al.*, 2010; Sephton *et al.*, 2011; Pyo *et al.*, 2012). Mientras que en menor medida se han explorado los enlaces entre puertos cercanos, como tipo de puerto (recreativo, pesquero y/o comercial), y/o tendencias geográficas y estacionales (Lambert y Lambert 2003). Afortunadamente, en la costa Este de la Península Ibérica se han realizado algunas aportaciones en la identificación y distribución de NIS, de la Clase *Ascidacea* (Ramos-Esplá, 1988; Turón, 1988; Izquierdo, 2005; Pineda *et al.*, 2013) en puertos catalanes y de la Comunidad Valenciana.

1.2 Objetivos

El objetivo principal de este estudio ha sido contribuir al conocimiento de la ascidiofauna nativa y exótica del Mediterráneo occidental en siete puertos deportivos o marinas de la provincia de Alicante. Los objetivos secundarios:

- i) Observar posibles diferencias en la composición específica a lo largo de los 150 km de costa en el oeste del mar Mediterráneo.
- ii) Estudiar la influencia de los factores ecológicos principales (temperatura, salinidad y transparencia) en la introducción y asentamiento de especies en dichos puertos.
- iii) Además, catalogar la procedencia de las NIS, y comparar su similitud con el puerto comercial de Alicante (como centro de recepción de especies NIS) en relación al resto de puertos deportivos
- iv). Poder detectar cambios futuros en la ascidiofauna del fouling de los puertos estudiados.

2. Material y métodos.

2.1. Área de estudio

Siete puertos deportivos o marinas han sido muestreados a lo largo de 150 km de costa alicantina (SE de España) entre el 12 y 26 de Marzo de 2018 (de Norte a Sur: Denia, Jávea, Calpe, Campello, Alicante, Guardamar y Torrevieja; (Fig. 1, Tabla 1), con distinto tránsito de barcos, superficie, profundidad, tratamientos de limpieza, etc.



Figura 1. Mapa mostrando la localización de las diferentes áreas de muestreo constando de los 7 puertos muestreados (Denia, Jávea, Calpe, Campello, Alicante, Guardamar y Torrevieja), con la localización más al Norte y más al Sur.

Tabla 1. Localización y características ambientales de las marinas estudiadas. (Tr) transparencia por Disco de Secchi (DS); (T°C) temperatura en grados centígrados; (S) salinidad en unidades prácticas de salinidad (ups).

Localidad	Fecha	Latitud/Longitud	Tr. (DS)	T°C	S (psu)
Torrevieja	12/03/2018	N 37° 58' 29,3" W 00° 40' 54,1"	>2m	14.92	37.19
Guardamar	13/03/2018	N 38° 6' 33,7" W 00° 38' 42,5"	0.5-1m	15.78	35.15
Alicante	16/03/2018	N 38° 20' 23" W 00° 29' 11,7"	>2m	14	37.36
Campello	15/03/2018	N 38° 25' 51,8" W 00° 23' 9,2"	>2m	14.85	37.42
Calpe	26/03/2018	N 38° 38' 15.1" E 00° 04' 13.9"	>3m	13.90	36.97
Jávea	23/03/2018	N 38° 50' 19.75" E 00° 07' 00.63"	>3m	13.57	37.2
Denia	23/03/2018	N 38° 47' 52.60" E 00° 11' 08.37"	>2.5m	12.55	37.32

2.2. Trabajo de mar.

Para cada uno de los puertos deportivos, se ha llevado a cabo un RAS (*Rapid Assessment Survey*) durante 50-90 min aproximadamente. Tomando muestras representativas de la comunidad de organismos incrustados en las estructuras accesibles desde el muelle (boyas, cabos y pantalanes), con una espátula y navaja para separar el *fouling* (Fig. 2; Anexo 1).

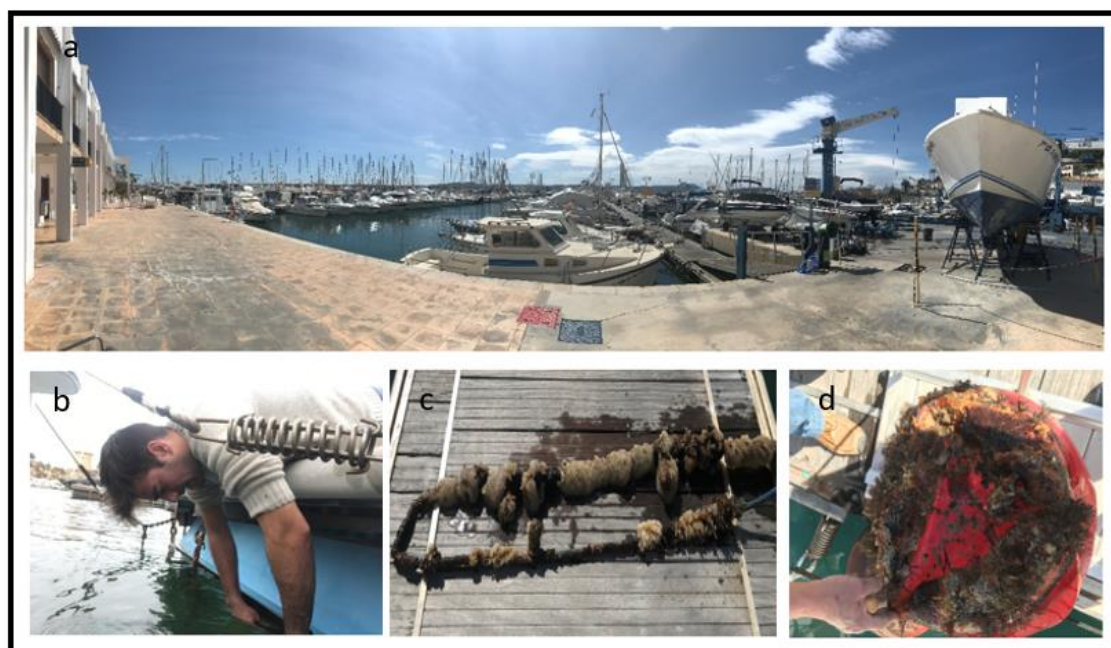


Figura 2. a) Ejemplo de zona de muestreo (Puerto deportivo de Denia); Superficies y sustratos muestreados: b) pantalán; c) cabo sumergido; d) boya de defensa.

Se pasaron las muestras *in situ* a bolsas de tela (para permitir el paso de agua, oxigenando los organismos y servir de filtro del sedimento) y se etiquetaron con un código (fecha, lugar, C=Cabo, B=Boya y P=Pantanal). Todas las muestras se almacenaron en un bidón de 25 L con agua de mar, para el transporte al laboratorio. Con un GPS (Garmin 76) se localizaron los puntos medios de muestreo. La temperatura y la salinidad se tomaron en cada localización el mismo día del muestreo con un termo-salinómetro (YSI Pro1030) a 1m de profundidad. Por último, la transparencia/turbidez del agua se ha medido con un disco de Secchi de 30 cm de diámetro.

2.3. Trabajo de laboratorio.

Las muestras recolectadas fueron depositadas en las instalaciones del Centro de Investigación Marina de Santa Pola (CIMAR), donde se distribuyeron en bandejas con agua de mar y se anestesiaron durante 24 horas con cristales de mentol. Tras anestesiarlas, las muestras fueron fijadas en formol al 10% con agua de mar y conservadas durante 48-72 horas con este fijador. Posteriormente, las muestras fijadas en formol se lavaron con agua de mar y se pasaron a etanol 95º. Previamente, se realizaron fotografías de las diferentes especies.

Por último, las ascidias fueron separadas del biofouling por grupos (solitarias/coloniales) y especies de los distintos taxones, *de visu* o bajo la lupa binocular. Posteriormente, las especies fueron identificadas por medio de métodos de disección y tinción histológicos (hemalum de Mayer) descritos en Ramos-Esplá (1988). Además, se han realizado preparaciones permanentes en caso de especies coloniales (zooides); y la observación de las espínulas (Pyuridae) y espículas (Didemnidae) bajo el microscopio. La nomenclatura se ha actualizado mediante el programa World Register of Marine Species (WoRMS: <http://www.marinespecies.org/>).

2.4. Tratamiento de los datos y análisis estadístico.

Una vez identificados los ejemplares al menor nivel taxonómico posible (género, especie) los datos de especie/abundancia se pasaron a una hoja Excel. Dado que el muestreo no ha sido cuantitativo en las diferentes marinas, esta abundancia absoluta se pasó a una escala relativa ACFOR: (A) abundante (valor 5); (C) común (valor 4); (F) frecuente (valor 3); (O) ocasional (valor 2); y (R) rara (valor 1). Para ello, se utilizó exponenciales de 3: el dato absoluto con el que aparecen las abundancias relativa estimadas a partir del número de individuos observados: (1) raro (=1 espécimen), (2) ocasional (2-3 especímenes), (3) frecuente (4-9 especímenes), (4) común (10-27 especímenes) y (5) abundante (>27).

Con los datos semicuantitativos (0-5), se ha realizado un análisis univariante (programa PAST-3X: folk.uio.no/ohammer/past/) para calcular la diversidad relativa M'_r (índice de Margalef) y equitabilidad relativa J_r (índice de Pielou) (Pielou, 1966), junto con la riqueza específica (S) y la abundancia relativa (A_r) (Tabla 3). Se ha usado el índice de Margalef (M) para estimar la diversidad de cada puerto, puesto que admite valores de abundancias relativas tomadas de manera independiente al tamaño de muestra.

$$M=(s-1)/\ln N$$

Donde: (s) = nº de especies; (N) = número total de individuos encontrados).

Posteriormente, se han creado dos matrices de disimilaridad entre los diferentes puertos y las diferentes especies, usando el índice de disimilitud de Bray-Curtis. Se han aplicado dos análisis multivariantes (programa R-proyect: www.r-project.org/) por medio de CLUSTER (dendrograma de similitud) y MDS (ordenamiento multiescalar en dos dimensiones) con los datos de abundancia relativa (Tabla 2).

Para el tratamiento de los datos recolectados con el termo-salinómetro, GPS y el disco de sechi, se ha usado la hoja de cálculo Excel 2018 de Microsoft Corporation.

3. Resultados.

3.1. Estudio ecológico.

En la Fig.3 se comparan los valores de la temperatura superficial del agua de los distintos puertos muestreados de Norte a Sur de la provincia de Alicante distintas localizaciones de las marinas muestreadas.

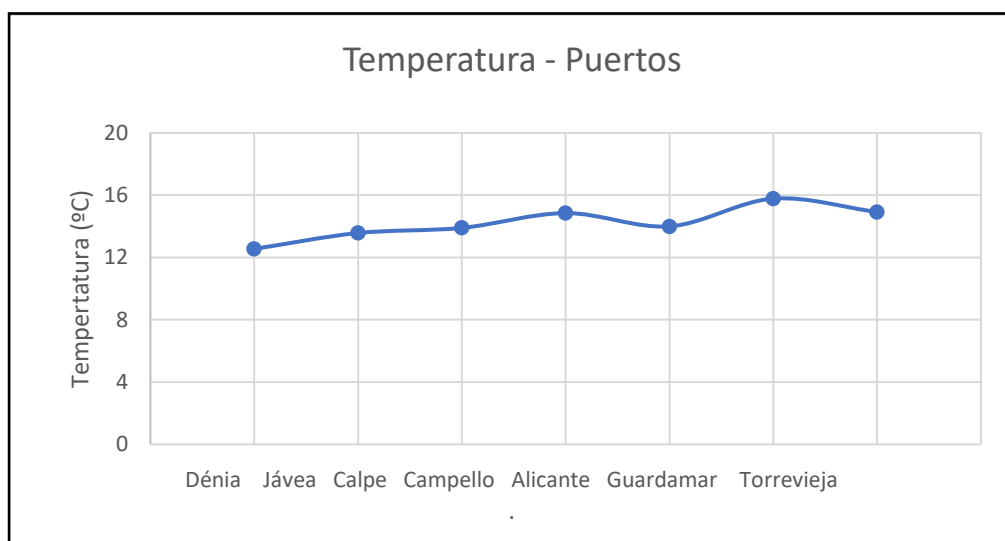


Figura 3 . Temperatura del agua superficial de los puertos deportivos de la provincia de Alicante, de Norte a Sur.

Como puede observarse, existe una tendencia progresiva de aumento de la temperatura, al disminuir la latitud a la que se encuentran los puertos deportivos. Viendo el valor máximo de temperatura en la marina de Guardamar (15.78 °C), y el valor mínimo en la marina de Dénia (12.55 °C); con una diferencia de temperaturas de 3.28 °C con respecto a ambos puertos.

En la Fig. 4, se observa que los valores de salinidad oscilan entre 37,0 y 37,5 psu; excepto con Guardamar (35.15 psu). Suponemos debido por la influencia del río Segura, al encontrarse el puerto en la desembocadura. Respecto a los valores de transparencia, los máximos valores de visibilidad han sido encontrados en las marinas de Jávea y Calpe (3 metros) y el valor mínimo en Guardamar (1 metro) igualmente debido a la posible influencia del río Segura.

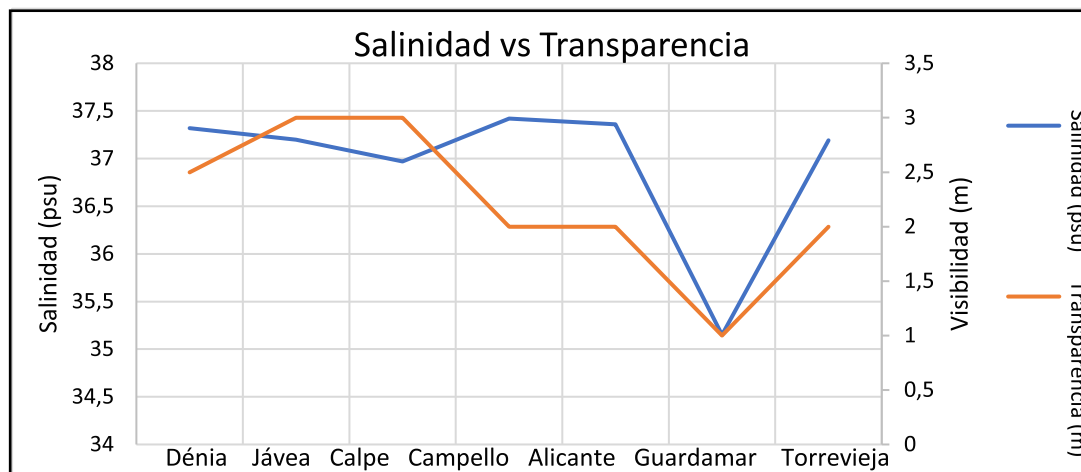


Figura 4. Salinidad y Transparencia de los puertos deportivos de la provincia de Alicante, de Norte a Sur.

3.2 Estudio taxonómico.

Se han identificado 328 individuos/colonias de ascidias de 11 especies pertenecientes a 3 órdenes, divididos en 7 familias. Ha predominado el Orden Aplousobranchia con un 40% del total de individuos (130 individuos/colonias); seguido por el Orden Phlebobranchia con un 31% (103 individuos) y por último el Orden Stolidobranchia con un 29% (95 individuos/colonias) del total, respectivamente. Las dos familias más abundantes han sido la Familia Cionidae (26% del total) y la Familia Didemnidae (17% del total).

Las ascidias coloniales fueron las especies más abundantes en términos de número de puertos donde se observaron (Tabla 2). La ascidia *Clavelina lepadiformis* se encontró en los 7 puertos muestreados, mientras que *Botryllus schlosseri* y *Diplosoma listerianum*, se observaron en 4 y 5 puertos respectivamente. La ascidia solitaria más común, ha sido *Ciona intestinalis* (presente en 6 de los 7 puertos muestreados), seguida de *Styela plicata* (3 puertos) y *Microcosmus squamiger*, *Asciidiella aspersa*, *Styela canopus* (2 puertos). Se observó la colonización de una amplia gama de sustratos artificiales sumergidos como: cabos, boyas, pantalanes, cascos de barcos, neumáticos y escaleras de metal. Observando su abundancia total en cada uno de ellos en la Tabla 1 del Anexo 1.

Tabla 2 Cantidad de individuos encontradas por a cada especie en las diferentes marinas muestreadas de la provincia de Alicante: (A) Alicante; (Cl) Calpe; (Cp) Campello; (D) Denia; (G) Guardamar; (J) Jávea; (T) Torrevieja.

Taxón/Marinas	T	G	A	Cp	Cl	J	D
Orden Aplousobranchia							
Familia Clavelinidae							
<i>Clavelina lepadiformis</i> (Müller, 1776)	5	1	1	17	10	12	4
Familia Polyclinidae							
<i>Aplidium</i> aff. <i>densum</i> (Giard 1872)	2	0	0	3	11	1	8
Familia Didemnidae							
<i>Diplosoma listerianum</i> (Milne Edwards, 1841)	1	0	5	13	21	12	3
Orden Phlebobranchia							
Familia Asciidiidae							
<i>Ascidia mentula</i> (Müller, 1776)	0	0	12	0	0	0	0
<i>Asciidiella aspersa</i> (Müller, 1776)	2	0	0	2	0	0	0
<i>Asciidiella scabra</i> (Müller, 1776)	0	0	0	0	0	0	1
Familia Cionidae							
<i>Ciona intestinalis</i> (Linnaeus, 1767)	44	0	3	10	10	4	22
Orden Stolidobranchiata							
Familia Styelidae							
<i>Styela canopus</i> (Savigny, 1816)	4	0	4	0	0	0	0
<i>Styela plicata</i> (Lessueur, 1823)	8	0	8	0	0	15	0
<i>Botryllus schloseri</i> (Pallas, 1766)	0	0	0	1	4	26	16
Familia Pyuridae							
<i>Microcosmus squamiger</i> (Harmeyer y Michaelsen, 1928)	0	0	2	0	0	13	0

3.3. Análisis estadísticos.

3.3.1. Análisis univariante

Los resultados del análisis univariante aparecen en la tabla 3. El número de especies encontradas en cada uno de los puertos es reflejado en la riqueza específica (S), donde el puerto con menor riqueza ha sido Guardamar (una única especie recolectada). También se ha analizado la proporción de individuos de cada especie, y ha sido comparada con el número total de individuos de cada área, resultando en la abundancia relativa (A_r); con valores máximos en el puerto de Jávea (24) y mínimos en Guardamar (2).

Respecto al índice de diversidad de Margalef, el puerto de Alicante ha presentado un mayor valor (2,076), seguido por Torrevieja (2,038). Lógicamente, Guardamar con una sola especie el índice ha resultado 0.

No se ha encontrado una diferencia clara entre los puertos en la equitabilidad; manteniendo los índices de Pielou próximos al 1. En Guardamar, al igual que en el índice de Margalef, al dominar una sola especie, la equitabilidad ha sido 0.

Tabla 3. Índices de riqueza específica (S), equitabilidad relativa (J_r), diversidad Margalef (M') y abundancia relativa (A_r) de los puertos deportivos muestreados: (D) Denia; (J) Jávea; (Cl) Calpe; (Cp) Campello; (A) Alicante; (G) Guardamar; (T) Torrevieja.

Medidas ecológicas/Marinas	D	J	Cp	Cl	A	G	T
Riqueza específica (S)	6	7	6	5	7	1	7
Abundancia relativa (A_r)	17	24	17	19	18	2	19
Diversidad Margalef (M)	1,765	1,888	1,765	1,358	2,076	0	2,038
Equitabilidad relativa (J)	0,955	0,968	0,944	0,996	0,965	0	0,9531

3.3.2. Estudio multifactorial.

A) MDS

La similitud entre los puertos deportivos muestreados se ha representado en un gráfico bidimensional (MDS; Fig. 5). Los valores más cercanos representan mayor similitud entre sí, donde los ejes no tienen medida, ni magnitud, ni orden. Siendo la medida de bondad de ajuste del gráfico: 5.167498e-05 (fc. de Stress).

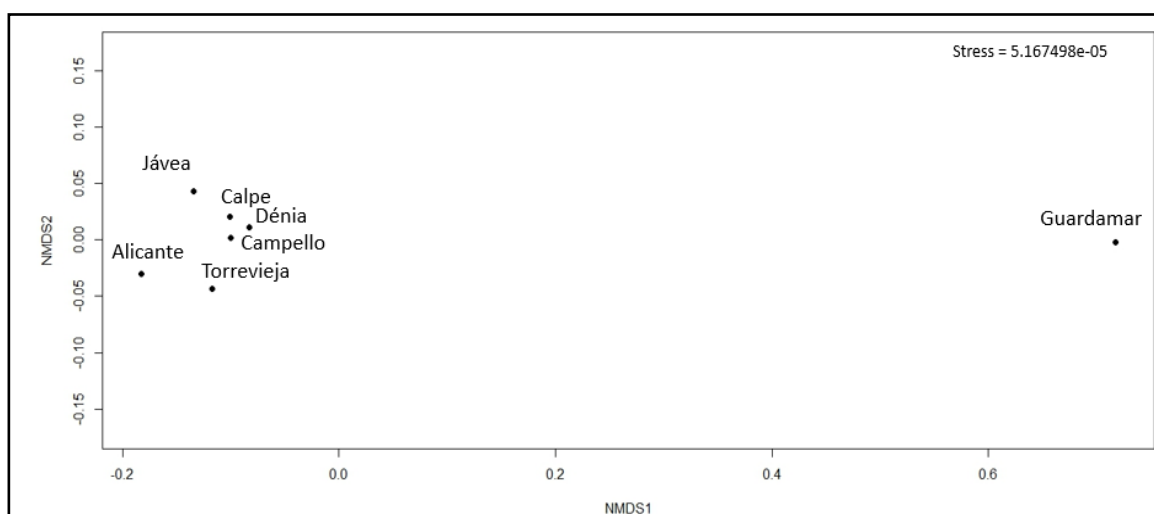


Figura 5 . MDS de los diferentes puertos deportivos muestreados de la provincia de Alicante.

Guardamar difiere claramente del resto de puertos mostrando la mayor separación en el MDS (Fig. 5), debido a sus particulares condiciones ambientales; mientras que Dénia, Campello y Calpe se muestran a una menor distancia siendo más similares entre ellos, con respecto a la abundancia relativa de especies recolectadas en cada marina. Además, aparece un segundo grupo donde Torrevieja y Jávea muestran un mayor grado de disimilitud, representado en una misma distancia con respecto al primer grupo. Por último, el puerto de Alicante se encuentra en una mayor grado de disimilitud fuera de los dos grupos nombrados anteriormente

B) Dendrograma de disimilaridad entre especies.

La Fig. 6 muestra el dendrograma entre especies, construido a partir de la matriz de disimilitud basada en la abundancia relativa de especies según las zonas en las que aparecen. Se observan dos grupos bien diferenciados, separándose *Ascidia scabra* del resto, ya que solo ha aparecido en un puerto (Denia), siendo, además, la menos frecuente. El primer grupo, muestra a las especies frecuentes, con un grado de disimilitud de ≈ 0.5 (*Ascidia mentula*, *Microcosmus squamiger*, *Styela plicata* y *Styela canopus*). El segundo grupo, abarca especies coloniales recolectadas abundantemente en la mayoría de puertos muestreados y con una disimilitud ≈ 0.7 (*Botryllus schlosseri*, *Aplidium* aff. *densum*, *Diplosoma listerianum* y *Clavelina lepadiformis*); junto a las solitarias *Ciona intestinalis* y *Ascidia aspersa*.

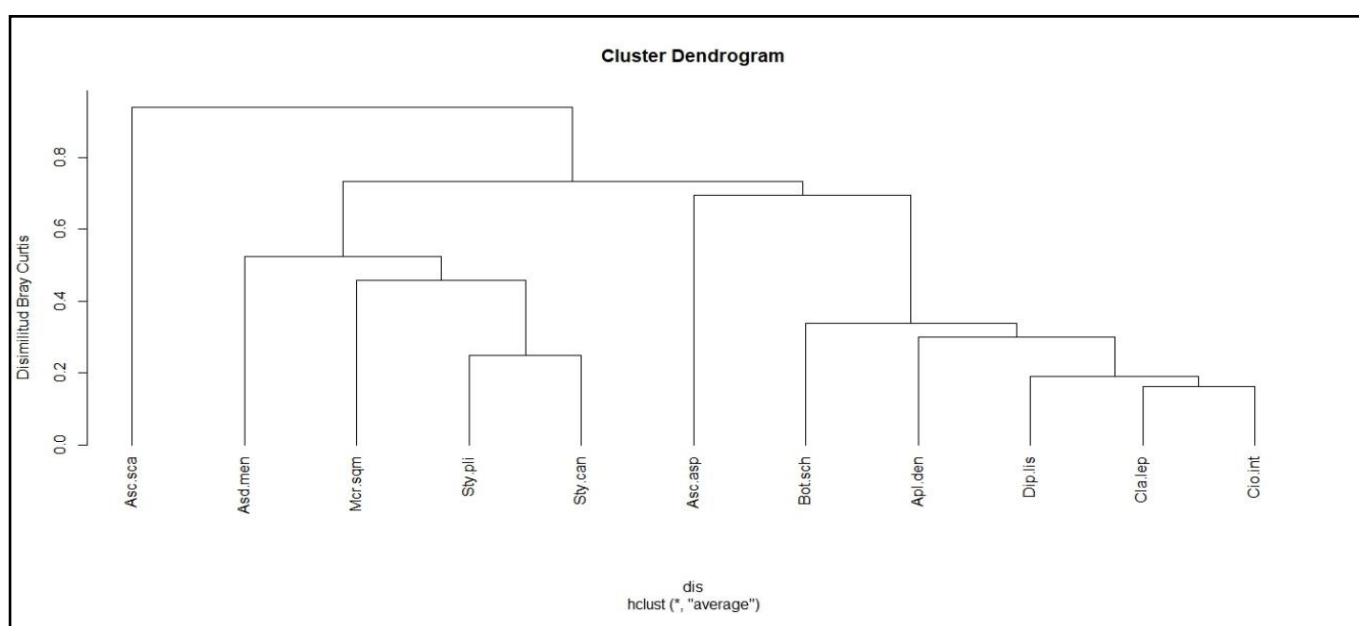


Figura 6. Dendrograma de Disimilaridad de especies muestreadas.

C) Dendrograma de disimilaridad entre estaciones.

La Fig. 7 muestra una gradación de disimilitud entre las marinas. Denia, Campello y Calpe muestran los menores valores de disimilitud (< 0.3) con respecto a la abundancia relativa de especies recolectadas (*Clavelina lepadiformis*, *Ciona intestinalis*, *Botryllus schlosseri*, *Diplosoma listerianum* y *Aplidium* aff. *densum*) en cada marina. Posteriormente Jávea donde muestra mayor semejanza con el primer grupo (Similitud ≈ 0.6) que con Torrevieja y Alicante. El puerto de Alicante presenta una similitud menor (< 0.5) al de Torrevieja en relación al grupo mencionado anteriormente. Por último, se discrimina Guardamar (Disimilitud ≈ 0.8) del resto por sus particulares características ambientales.

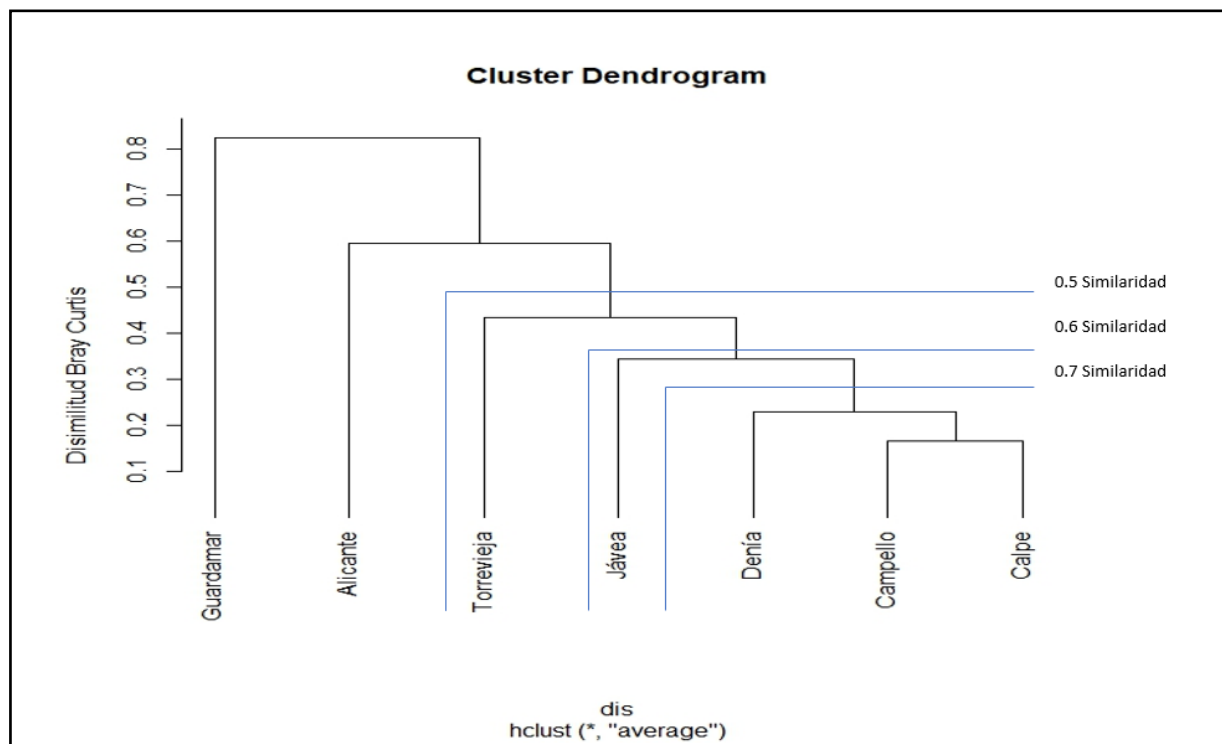


Figura 7. Dendrograma de disimilitud de los puertos deportivos según los datos de la abundancia relativa de las especies recolectadas.

4. Discusión.

La mayoría de las especies presentes habían sido encontradas previamente en la costa de levante (Ramos-Esplá, 1988; Izquierdo, 2005). En estudios previos en los que se realizaron RAS, se ha visto una gran efectividad para la catalogación de la fauna del *fouling* en puertos (Pederson *et al.*, 2003; Arenas *et al.*, 2006; Callahan *et al.*, 2010; Bishop *et al.*, 2015; Skinner *et al.*, 2016).

Los puertos son ambientes caracterizados por tener niveles de contaminación alta, sobre todo en metales pesados y materia orgánica (Piola y Johnston, 2009), facilitando la introducción de especies exóticas, algunas de ellas invasoras, capaces de soportar estas condiciones y colonizar el sustrato desplazando especies nativas (Bax *et al.*, 2003; Molnar *et al.*, 2008; Dafforn *et al.*, 2009; Sephton *et al.*, 2011). En nuestros resultados, este impacto se ve reflejado con mayores abundancias de ciertas especies de ascidias como: *Ciona intestinalis*, *Microcosmus squamiger*, *Styela plicata*, *Diplosoma listerianum* y *Botryllus schlosseri*. Con una fuerte resistencia de adaptación, que ha sido clave para el éxito de la introducción a nuevos hábitats y completar la metamorfosis en su ciclo vital (Lambert y Lambert, 2003; Piola y Johnston, 2008; Pineda *et al.*, 2013) colonizando el sustrato disponible. Las marinas más similares fueron aquellas que presentaron menor diferencia de condiciones ambientales (temperatura, salinidad y transparencia) sugiriendo que los factores medioambientales pueden tener un papel de distribución e introducción comparable con el grado de tolerancia a la contaminación (Ignacio *et al.*, 2010). Ciertas especies únicamente se encontraron en cabos hundidos a mayor profundidad de 3 m, presentando una diferencia de distribución con el resto en la vertical (*M. squamiger* y *Styela canopus*) observando este comportamiento en otros estudios del Mediterráneo (Chebbi *et al.*, 2010). Otra característica importante en la introducción de especies, son las zonas más protegidas de los puertos, en las que ya se ha probado la dominancia por especies invasoras (Dafforn *et al.*, 2009), coincidiendo con la recolección de *M. squamiger* en las zonas más protegidas de los pantalanes (Anexo 1).

La diversidad de las ascidias en las marinas de la provincia de Alicante ha sido muy similar para 6 de 7 puertos muestreados, encontrando entre 5 y 7 especies diferentes en todos ellos menos Guardamar. La mayor diversidad de la comunidad de ascidias se ha encontrado en el puerto de Alicante, seguido de Torrevieja y Jávea; posiblemente por el mayor tráfico de barcos recreativos al ser puertos más grandes, y un mayor número de sustrato artificial útil para la entrada de especies introducidas (Acosta y Forrest 2009; Murray *et al.*, 2011).

En todos los puertos, apareció *Clavelina lepadiformis*, encontrada en gran abundancia en épocas invernales (Ramos-Esplá, 1998), recogida en su época de reproducción presentando zooides maduros con larvas (Anexo 2). Todas las especies identificadas han sido catalogadas como nativas en el Mediterráneo, excepto la especie invasora, *M. squamiger* (Rius *et al.*, 2008) probablemente de origen australiano (Monniot *et al.*, 2001; Turon *et al.*, 2007), e introducida en el Mediterráneo por el estrecho de Gibraltar por tráfico de barcos; descrita anteriormente como *Microcosmus exasperatus* (Ramos *et al.*, 2013). Estudios previos realizados en el noreste de España y otras partes del océano sobre esta especie han identificado un comportamiento invasor desplazando especies nativas del medio (Lambert, 2001; Rius *et al.*, 2009), disminuyendo su abundancia durante los meses de verano.

Por otro lado, la especie *S. plicata* se ha caracterizado como frecuente al aparecer en gran número, en la mayoría de puertos, mostrando un comportamiento cosmopolita (Barros *et al.*, 2009), con considerables variaciones geográficas en su distribución; y muy resistente a

variaciones ambientales (Pineda *et al.*, 2012) persistiendo durante todo el año (Izquierdo, 2005). *Aplidium* aff. *densum* ha sido observado por primera vez en la costa de la provincia de Alicante, previamente observada en Cataluña, en las Islas Medas (Ramos-Esplá, 1984), el Cabo de Creus (Turón, 1985), y en distintas partes del Mediterráneo (Ramos-Esplá, 1988, 1988; Turón, 1988a; Mastrototaro *et al.*, 2008). No ha sido posible identificarla con mayor precisión, pues presenta caracteres taxonómicos confusos (estómago con pliegues areolados o pseudocompletos); difiriendo de *A. densum* en la morfología de los pliegues estomacales (Anexo 2) (Ramos-Esplá, 1988) pero observándose relacionado con el Género *Aplidium* (Vázquez, 1994). Podría indicar que sería una morfología variante de dicho taxón; o, por el contrario, otra especie. Por último, las especies que han sido catalogadas como raras (*Ascidella scabra* y *Ascidia mentula*), han sido observadas solo en un único puerto y en poca abundancia. Se sugiere una mayor afinidad a colonizar sustratos naturales que artificiales, y frecuentes a temperaturas de épocas primaverales o estivales (Mastrototaro *et al.*, 2008).

La temperatura superficial del agua en la costa de levante oscila entre los 12.55 y 15.78 °C en invierno, llegando a los 29 °C en verano (Izquierdo, 2005; Shaltout y Omstedt, 2014). Existe una diferencia de temperaturas con respecto al norte y al sur de la costa de Alicante, siendo las temperaturas más bajas en el norte por la influencia en las corrientes del Golfo de Valencia. Se ha observado en otros estudios, que ciertas especies de ascidias se ven desplazadas con la variación de temperaturas a través de las estaciones (Ramos-Esplá, 1988; Caralt *et al.*, 2002; Izquierdo, 2005) como *C. lepadiformis*, la cual desaparece al comenzar el verano con el aumento de las temperaturas. Otras especies presentes en el estudio que presentan un patrón de distribución estacional son: *B. schlosseri* y *D. listerianum* (Izquierdo, 2005; Dijkstra *et al.*, 2007), creciendo a mayor velocidad en temperaturas más frías, lo que explica su elevada aparición en el estudio. Mientras que otras como *S. plicata* son capaces de resistir estas variaciones apareciendo durante todo el año (Millar 1970; Ramos-Esplá, 1988; Izquierdo, 2005; Pineda *et al.*, 2013).

Otro factor ambiental que determina la distribución de las ascidias es el movimiento del agua en los puertos (Lambert y Lambert, 2003; Hernández-Zanuy y Carballo, 2012), reflejando su efecto en la disminución de la transparencia en las aguas portuarias por la entrada de aguas de un río y fuertes vientos principalmente; que remueven el fondo aumentando la turbidez (Figura 4). Este factor condiciona a la salinidad de los puertos, que regula la distribución vertical y horizontal de las ascidias en el ambiente (Sara, 1985; Svane y Young, 1989; Chebbi *et al.*, 2010). Cabe destacar, a *C. lepadiformis*, la cual solo se ha recolectado en el puerto de Guardamar (Anexo 1); mostrando una mayor tolerancia a variaciones de salinidad, ya observada en otros estudios (Dybern, 1969; Piola y Johnston, 2009).

Las embarcaciones recreativas y los puertos deportivos son importantes en la diseminación intrarregional de especies marinas invasoras (Izquierdo, 2005; Acosta *et al.*, 2010; Ramos-Esplá *et al.*, 2016). Lo que hace aún más difícil el manejo de las especies introducidas en los puertos y el conocimiento de la biología de los individuos como: la identificación de vectores de introducción (e.j. como aguas de lastre, cascos de barcos (comerciales, cruceros, recreativos, etc.), y la presencia de sustrato artificial/natural). Con este tipo de estudios se intenta prevenir problemas ocasionados por la introducción de especies invasoras (Ruiz *et al.*, 1999; Sephton *et al.*, 2011; Milori *et al.*, 2017) en puertos y otras infraestructuras artificiales (e.j. jaulas de

acuicultura, emisarios de aguas residuales y desaladoras, presas eléctricas), además de llevar a una disminución el gasto ocasionado por la reparación de estas y su inutilidad en el tiempo. Sería interesante complementar este estudio con otras investigaciones que ayuden a incrementar la información actual sobre la biología de las especies el estado de los puertos frente las especies invasoras y su repercusión a nivel ecológico y económico. Actuando con planes en gestión de poblaciones introducidas y controlando el aumento de su población (e. j. estudios biológicos, ecológicos, genéticos y biogeografía).

5. Conclusiones

1. En este estudio, se han identificado 11 especies pertenecientes a 7 familias de un total de 324 individuos/colonias.
2. El Orden Aplousobranchia domina en las comunidades de fouling de los puertos deportivos del litoral de la provincia de Alicante con un 40 % del total de individuos/colonias identificados.
3. La Familia Cionidae fue la más abundante recolectada en los puertos muestreados, con la ascidia solitaria *Ciona intestinalis*, formando aglomeraciones en la mayoría de los casos.
4. La mayor diversidad se encuentra en el puerto de Alicante, lo que lo convierte en un punto de diseminación de especies introducidas por el tráfico comercial y posteriormente, recreacional de barcos a puertos cercanos.
5. Las ascidias coloniales fueron las más comunes de las especies encontradas en término de número de puertos donde estas han sido observadas, mientras que las especies solitarias fueron más abundantes en términos de diversidad y abundancias relativas.
6. En el puerto de Guardamar, con diferencias en salinidad y transparencia respecto al resto de puertos estudiados, se destaca la presencia de una única especie, *Clavelina lepadiformis*.
7. Se observa una clara diferencia en la distribución de ciertas especies que únicamente se encontraron a profundidades mayores a 3 m como: *Microcosmus squamiger* y *Styela canopus*.
8. Se destaca la presencia de *Microcosmus squamiger* como especie invasora en dos de los siete puertos, mostrándose de forma frecuente en cabos de ambos puertos.
9. Destacar la escasez de estudios periódicos en los puertos de la costa de levante de todas las estructuras artificiales, para prevenir la propagación de especies invasoras y elaborar planes de contingencia si fuera necesario.

5. Conclusions

1. In this study, 11 species belonging to 7 families of a total of 324 individuals / colonies have been identified.
2. The Order Aplousobranchia dominates in the fouling communities of the coastal marinas of the province of Alicante with 40% of the total number of individuals / colonies identified.
3. The *Cionidae* Family was the most abundant collected in the sampled ports, with the solitary ascidian *Ciona intestinalis*, forming agglomerations in most cases.
4. The greatest diversity is found in the port of Alicante, which makes it a point of dissemination of species introduced by commercial traffic and later, recreational boats to nearby ports.
5. Colonial ascidians were the most common of the species found in terms of the number of ports where these have been observed, while solitary species were more abundant in terms of diversity and relative abundances.
6. In the port of Guardamar, with differences in salinity and transparency with respect to the other ports studied, the presence of a single species, *Clavelina lepadiformis*, stands out.
7. There is a clear difference in the distribution of certain species that were found only at depths greater than 3 m, such as: *Microcosmus squamiger* and *Styela canopus*.
8. The presence of *Microcosmus squamiger* as an invasive species in two of the seven ports is highlighted, being shown frequently at the ends of both ports.
9. Highlight the scarcity of periodic studies in the ports of the east coast of all artificial structures, to prevent the spread of invasive species and develop contingency plans if necessary.

6. Planteamiento futuro.

- Dada la variabilidad de los ciclos biológicos de las especies de ascidias, sería conveniente el estudio de las especies que aparecen en los meses estivales, con el fin de analizar los cambios que puedan afectar a la composición de las especies del hábitat portuario. También, comparar nuestros resultados con otros puertos mediterráneos y atlánticos próximos.
- Realizar un seguimiento durante cada una de las estaciones (primavera, verano, otoño e invierno) para las zonas muestreadas
- Debido al gran número de sustratos útiles libres en los puertos deportivos, que facilitan la introducción y colonización de NIS. Sería de utilidad aumentar el conocimiento sobre el comportamiento de la ascidiofauna, comparando la distribución de la abundancia total en distintos puertos de la comunidad de Alicante. Realizando análisis cuantitativos de las muestras recolectadas en boyas, cabos y pantalanes con objetivo de realizar pruebas de contraste para dos o más grupos independientes. Viendo si la abundancia total de NIS en puertos responde a la presencia de sustratos artificiales específicos debido a: una distinta profundidad, flotabilidad o protección.
- Puesto que ciertas especies han aparecido únicamente a profundidades puntuales, sería interesante analizar las diferencias en la distribución de la ascidiofauna en los puertos a diferentes profundidades con objetivo entender mejor el comportamiento de las especies. Para lo cual, sería necesario fondear cabos.
- Realizar *rapid assessment survey* (RAS) en dos puertos con nivel de protección diferentes para observar si existen diferencias significativas en el número de especies invasoras. **¿Biodiversidad barrera contra la entrada de especies invasoras?** (Stachowicz et al., 1999).

7. Agradecimientos

En cuanto a la labor efectuada durante la realización de las diferentes partes del estudio, resulta primordial agradecer el apoyo prestado y buen trabajo que he recibido por parte de todo el personal del Centro de Investigación Marina de Santa Pola, en especial a Andrés Izquierdo Muñoz por su entera disposición, estando siempre dispuesto a solucionar cualquier duda concreta haciendo la comunicación con él muy sencilla. Me gustaría agradecer a mi tutor Alfonso Ramos Esplá por introducirme en el mundo de la investigación, y por el interés mostrado con el continuo seguimiento y ayuda en el trabajo, a pesar de estar llevando sus proyectos de investigación propios. Por último, me gustaría agradecer al personal de cada uno de los puertos muestreados por no presentar ningún inconveniente en la recogida de las muestras y presencia en ciertas zonas.

6. Bibliografía.

- Acosta, H. y Forrest, B.M. (2009). The spread of marine non-indigenous species via recreational boating: a conceptual model for risk assessment based on fault tree analysis, *Ecological Modelling*, 220, 13-14: 1586-1598.
- Arenas, F., Bishop, J., Carlton, J., Dyrinda, P., Farnham, W., Gonzalez, D., Jacobs, M., Lambert, C., Lambert, G. y Nielsen, S. (2006). Alien species and other notable records from a rapid assessment survey of marinas on the south coast of England, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86, 6: 1329-1337.
- Astraldi, M., Bianchi, C., Gasparini, G. y Morri, C. (1995). Climatic fluctuations, current variability and marine species distribution-a case-study in the Ligurian sea (north-west Mediterranean), *Oceanologica Acta*, 18, 2: 139-149.
- Bax, N., Williamson, A., Aguero, M., Gonzalez, E., y Geeves, W. (2003). Marine invasive alien species: a threat to global biodiversity. *Marine policy*, 27, 4: 313-323.
- Bishop, J.D., Wood, C.A., Lévêque, L., Yunnice, A.L. y Viard, F. (2015). Repeated rapid assessment surveys reveal contrasting trends in occupancy of marinas by non-indigenous species on opposite sides of the western English Channel, *Marine pollution bulletin*, 95, 2: 699-706.
- Blum, J. C., Chang, A. L., Liljeström, M., Schenk, M. E., Steinberg, M. K., y Ruiz, G. M. (2007). The non-native solitary ascidian *Ciona intestinalis* (L.) depresses species richness. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342, 1: 5-14.
- Callahan, A.G., Deibel, D., McKenzie, C.H., Hall, J.R. y Rise, M.L. (2010). Survey of harbours in Newfoundland for indigenous and non-indigenous ascidians and an analysis of their cytochrome c oxidase I gene sequences, *Aquatic Invasions*, 5, 1: 31-39.
- Carman, M.R., Morris, J.A., Karney, R. y Grunden, D.W. (2010). An initial assessment of native and invasive tunicates in shellfish aquaculture of the North American east coast, *Journal of Applied Ichthyology*, 26, 2: 8-11.
- Chebbi, N., Mastrototaro, F., y Missaoui, H. (2010). Spatial distribution of ascidians in two Tunisian lagoons of the Mediterranean Sea. *Cahiers de Biologie Marine*, 51, 2: 117.
- Dafforn, K. A., Johnston, E. L., y Glasby, T. M. (2009). Shallow moving structures promote marine invader dominance. *Biofouling*, 25, 3: 277-287.
- De Barros, R. C., da Rocha, R. M., y Pie, M. R. (2009). Human-mediated global dispersion of *Styela plicata* (Tunicata, Ascidiacea). *Aquatic Invasions*, 4, 1: 45-57.
- De Caralt, S., López-Legendil, S., Tarjuelo, I., Uriz, M.J. y Turon, X. (2002). Contrasting biological traits of *Clavelina lepadiformis* (Ascidiacea) populations from inside and outside harbours in the western Mediterranean, *Marine Ecology Progress Series*, 244: 125-137.
- Dijkstra, J., Harris, L. G., y Westerman, E. (2007). Distribution and long-term temporal patterns of four invasive colonial ascidians in the Gulf of Maine. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342, 1: 61-68.
- Dybern, B. I. (1969). Distribution and ecology of ascidians in Kviturdivikpollen and Vågsbøpollen on the west coast of Norway. *Sarsia*, 37, 1: 21-40.
- Galil, B. (2009). Taking stock: inventory of alien species in the Mediterranean Sea, *Biological Invasions*, 11, 2: 359-372.
- Hernandez-Zanuy, A.C. y Carballo, J.L. (2001). Distribution and abundance of ascidian assemblages in Caribbean reef zones of the Golfo de Batabano (Cuba). *Coral Reefs*, 20: 159-162.
- Hewitt, C y Ruiz, G.M. (2009). Latitudinal patterns of biological invasions in marine ecosystems: a polar perspective. *Smithsonian Institution Scholarly Press*.

- ICES, (2005) – International Council for the Exploration of the Sea. Code of practice on the introductions and transfers of marine organisms. 30: www.ices.dk/reports
- Ignacio BL, Julio LM, Junqueira AOR, Ferreira-Silva MAG. (2010). Bioinvasion in a Brazilian Bay: Filling gaps in the knowledge of Southwestern Atlantic biota. *PLOS ONE* 5 9: e13065.
- Izquierdo, A. (2005). Contribución al estudio de la Clase *Ascidacea*: El *fouling* de puertos. Memoria de Estudios Avanzados, Universidad de Alicante.
- Izquierdo Muñoz, A., Díaz Valdés, M. y Ramos-Esplá, A.A. (2009). Recent non-indigenous ascidians in the Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions*, 4, 1818-5487: 59-64
- Kaluza, P., Kolzsch, A., Gastner, M.T. y Blasius, B. (2010). The complex network of global cargo ship movements. *Journal of the Royal Society, Interface*, 7, 48: 1093-1103.
- Kędra, M., Renaud, P.E., Andrade, H., Goszczko, I. y Ambrose, W.G. (2013). Benthic community structure, diversity, and productivity in the shallow Barents Sea bank (Svalbard Bank). *Marine Biology*, 160, 4: 805-819.
- Lambert, C.C. y Lambert, G. (1998). Non-indigenous ascidians in southern California harbors and marinas. *Marine Biology*, 130, 4: 675-688.
- Lambert, G. (2001). A global overview of ascidian introductions and their possible impact on the endemic fauna. *The biology of ascidians*, Springer, 249-257.
- Lambert, C.C. y Lambert, G. (2003). Persistence and differential distribution of nonindigenous ascidians in harbors of the Southern California Bight. *Marine Ecology Progress Series*, 259: 145-161.
- Mastrototaro, F., D'onghia, G. y Tursi, A. (2008). Spatial and seasonal distribution of ascidians in a semi-enclosed basin of the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88, 5: 1053-1061.
- Millar, R.H. (1970). *Ascidacea Keys and Notes for the Identification of the Species. Synopsis of the British Fauna*, Vol 1.
- Milori, E., Qorri, L., Ibrahim, E. y Beqiraj, S. (2017). Data on the distribution, population structure and establishment of the invasive blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in the lagoon of Viluni (south-east Adriatic Sea, Albania). *Albanian Journal of Agricultural Sciences*, 485-492.
- Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C. y Spalding, M.D. (2008). Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6, 9: 485-492.
- Monniot, F y Monniot, C. (2001). Ascidians from the tropical western Pacific. *Zoosystema*, 23, 2: 201-383.
- Murray, C.C., Pakhomov, E.A. y Theriault, T.W. (2011). Recreational boating: a large unregulated vector transportin marine invasive species. *Diversity and Distributions* 2011: 1-12.
- Occhipinti-Ambrogi, A. y Savini, D. (2003). Biological invasions as a component of global change in stressed marine ecosystems. *Marine Pollution bulletin*, 46, 5: 542-551.
- Pederson J., Bullock, R., Carlton, J., Dijkstra, J., Dobroski, N., Dyrinda, P., Fisher, P., Harris, L., Hobbs, N., Lambert, G., Lazo-Wasen, E., Mathieson, A., Miglietta, M.P., Smith, J. y Tyrrell, M. (2003). Marine Invaders in the Northeast. Rapid Assessment Survey of Non-native Marine species of Floating Dock Communities. MIT. *Sea Grant College Program*. 5, 3: 1-40.
- Pielou, E. (1966). The measurement of diversity in different types of biological collections. *Journal of Theoretical Biology* 13: 131–144.
- Pineda, M. C., López-Legentil, S., y Turon, X. (2013). Year-round reproduction in a seasonal sea: biological cycle of the introduced ascidian *Styela plicata* in the Western Mediterranean. *Marine biology*, 160, 1: 221-230.

- Piola, R. F., y Johnston, E. L. (2008). Pollution reduces native diversity and increases invader dominance in marine hard-substrate communities. *Diversity and Distributions*, 14, 2: 329-342.
- Piola, R.F. y Johnston, E.L. (2009). Comparing differential tolerance of native and non-indigenous marine species to metal pollution using novel assay techniques. *Environmental Pollution*, 157, 10: 2853-2864.
- Pyo, J., Lee, T., y Shin, S. (2012). Two newly recorded invasive alien ascidians (Chordata, Tunicata, Ascidiacea) based on morphological and molecular phylogenetic analysis in Korea. *Zootaxa*, 3368: 211-228.
- Ramos, Esplá, A. (1984). Els ascidis de les Illes Medes. *Els Sistemes Naturals de les Illes Medes*, 73: 581-596.
- Ramos Esplá, A. (1988). Ascídias litorales del Mediterráneo ibérico: Faunística, ecología y biogeografía. Tesis Doctoral, Universidad de Barcelona.
- Ramos-Esplá, A. A., Izquierdo, A., y Çinar, M. E. (2013). *Microcosmus exasperatus* (Ascidiacea: Pyuridae), current distribution in the Mediterranean Sea. *Marine Biodiversity Records*, 6.
- Ramos Esplá, A. (2016). IDENTIFICAÇÃO DAS ESPÉCIES DE TUNICADOS NÃO INDÍGENAS DA COSTA PORTUGUESA.
- Rius, M., Pascual, M., y Turon, X. (2008). Phylogeography of the widespread marine invader *Microcosmus squamiger* (Ascidiacea) reveals high genetic diversity of introduced populations and non-independent colonizations. *Diversity and Distributions*, 14, 5: 818-828.
- Rius, M., Pineda, M. C., y Turon, X. (2009). Population dynamics and life cycle of the introduced ascidian *Microcosmus squamiger* in the Mediterranean Sea. *Biological Invasions*, 11, 10: 2181-2194.
- Ruiz, G.M., Fofonoff, P., Hines, A.H. y Grosholz, E.D. (1999). Non-indigenous species as stressors in estuarine and marine communities: assessing invasion impacts and interactions. *Limnology and Oceanography*, 44, 3-2: 950-972.
- Sara, M. (1985). Ecological factors and their biogeographic consequences in the Mediterranean ecosystems. *Mediterranean marine ecosystems*, Springer, 1-17.
- Sephton, D., Vercaemer, B., Nicolas, J. M., y Keays, J. (2011). Monitoring for invasive tunicates in Nova Scotia, Canada (2006–2009). *Aquatic Invasions*, 6, 4: 391-403.
- Shaltout, M. y Omstedt, A. (2014). Recent sea surface temperature trends and future scenarios for the Mediterranean Sea. *Oceanologia*, 56, 3:411-443.
- Shenkar, N. y Loya, Y. (2008). The solitary ascidian *Herdmania momus*: native (Red Sea) versus non-indigenous (Mediterranean) populations. *Biological Invasions*, 10, 8: 1431-1439.
- Skinner, L. F., Barboza, D. F., y Rocha, R. M. (2016). Rapid Assessment Survey of introduced ascidians in a region with many marinas in the southwest Atlantic Ocean, Brazil. *Manag Biol Invas*, 7: 13-20.
- Stachowicz, J.J., Whitlatch, R.B. y Osman, R.W. (1999). Species Diversity and Invasion Resistance in a Marine Ecosystem. *Science (New York)*, 286, 5444:1577-1579.
- Svane, I. y Young, C.M. (1989). The ecology and behaviour of ascidian larvae. *Oceanography Marine Biology*, 27: 45-90.
- Turón, X. (1985). Ascídias del Cabo de Creus (Costa NE española). *Miscel·lània Zoològica*, 9: 265-271.
- Turon, X. (1988a). Distribución ecológica de las ascídias en las costas de Cataluña e Islas Baleares (Mediterráneo Occidental). *Miscel·lània Zoològica*, 12: 219-236.
- Turon, X. (1988b). The ascidians of Tossa de Mar (NE Spain) 2. Biological cycles of the colonial species. *Cahiers de Biologie Marine*, 3.
- Turon, X., Nishikawa, T., y Rius, M. (2007). Spread of *Microcosmus squamiger* (Ascidiacea: Pyuridae) in the Mediterranean Sea and adjacent waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 342, 1: 185-188.

7. Anexos

Anexo 1

- Recogida de las muestras

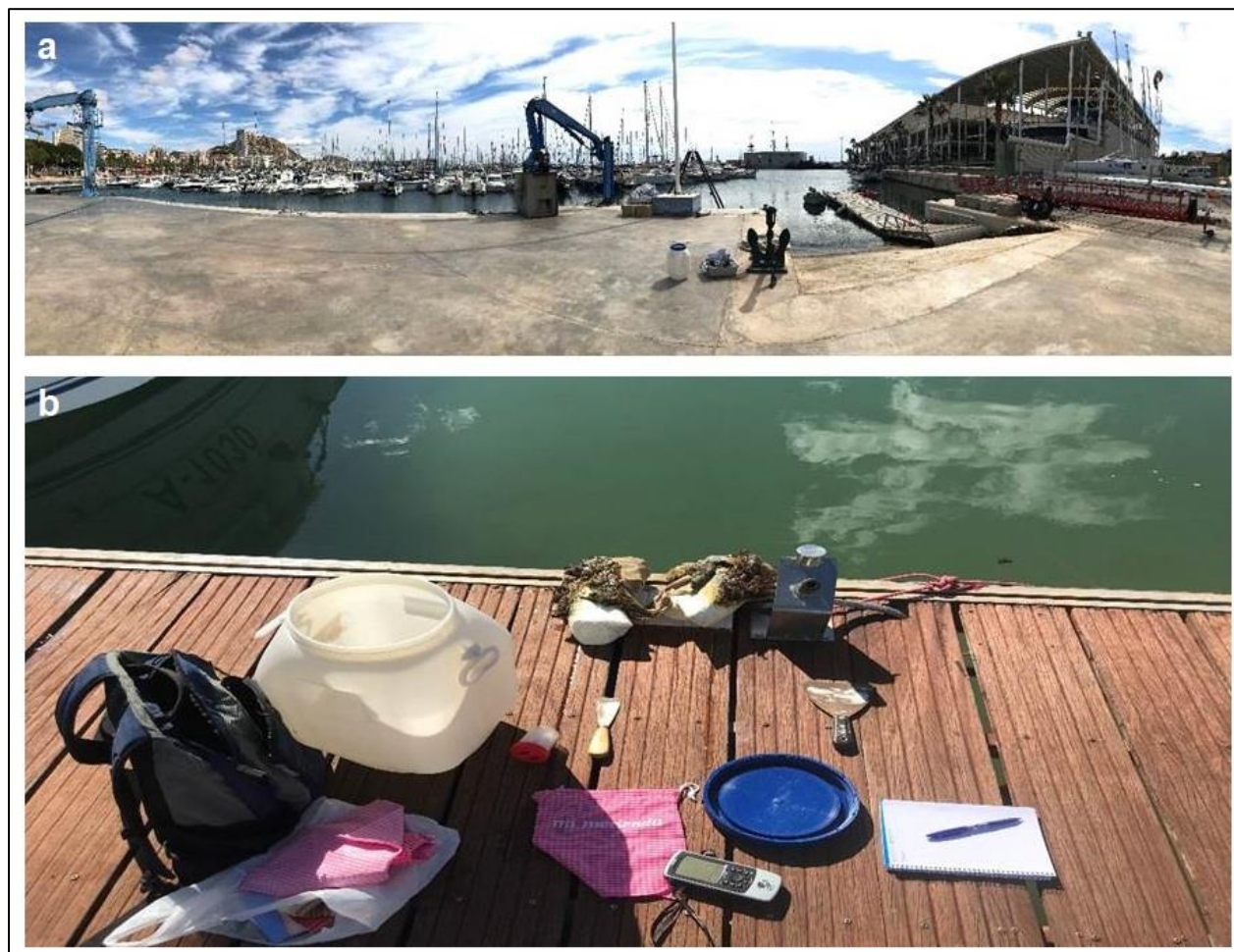


Figura 8. a) Ejemplo de zona de muestreo (Club de Regatas de Alicante); b) material de muestreo (bidón de almacén de muestras, bolsas de tela para las muestras, espátula, GPS, libreta de notas)

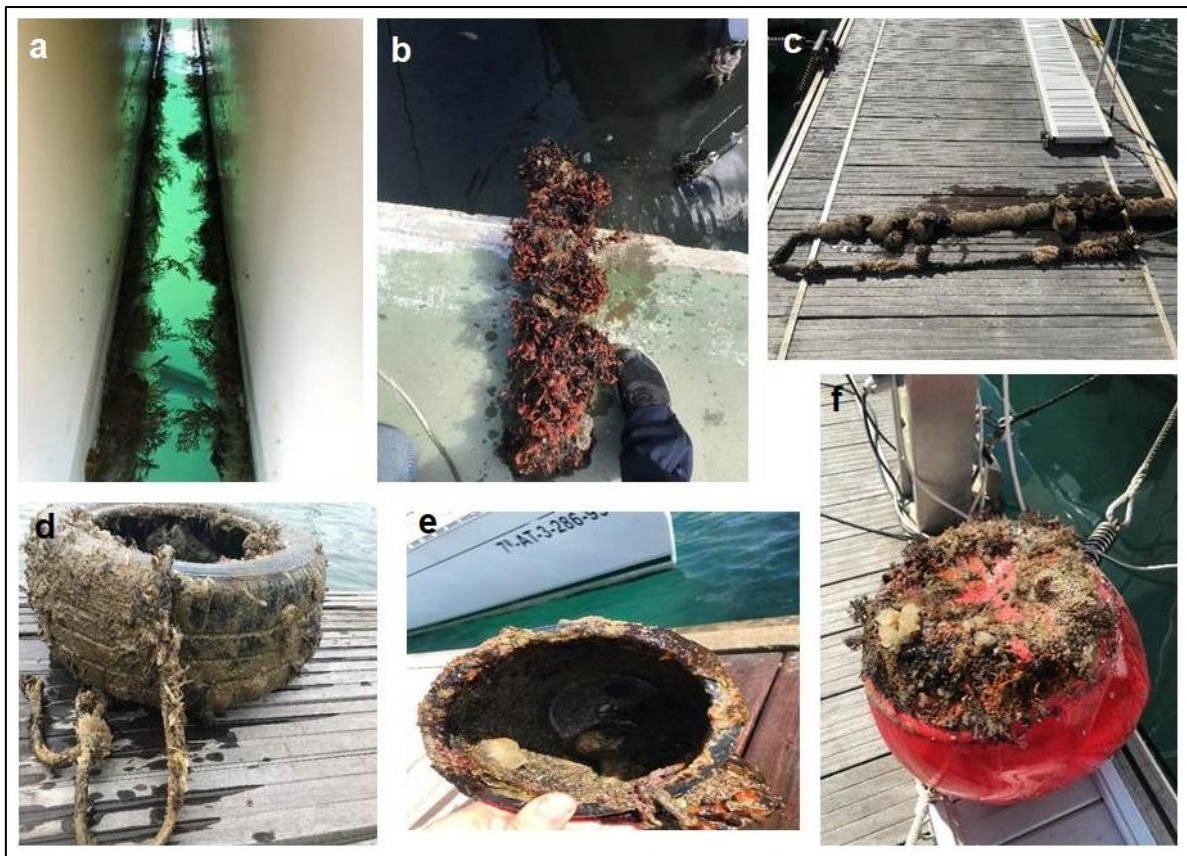


Figura 9. Superficies y sustratos muestreados: a) pantalanes en zona de umbría; b y c) cabos sumergidos; d) neumáticos de defensa; e) alcatruz sumergido; f) boyas de defensa.

Tabla 1. Abundancia total de las especies identificadas en las distintas marinas, separada por el sustrato artificial sumergido del que se recolectaron; Cabo (C), Boya (B) y Pantalán (P).

Marinas/ Especies	Torrevieja			Guardamar			Alicante			Campello			Calpe			Jávea			Denia		
	C	B	P	C	B	P	C	B	P	C	B	P	C	B	P	C	B	P	C	B	P
Clav-Lep	3	3	2	0	0	1	1	0	1	9	6	2	8	1	2	7	2	3	1	5	0
Clo-Int	1	26	0	0	0	0	3	0	0	2	1	0	8	2	0	0	4	0	6	15	1
Sty-pil	8	0	0	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	5	7	3	0	0	0
Sty-can	4	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asc-sca	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Asc-asp	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Asd-men	0	0	0	0	0	0	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mcr-sqm	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
Bot-sch	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	11	11	4	8	8	0
Dip-lis	1	0	0	0	0	0	3	1	1	3	4	6	4	4	13	2	3	7	0	3	0
Apl-den	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	4	3	1	0	0	4	4	0

Cronograma del Trabajo de Fin de Grado.

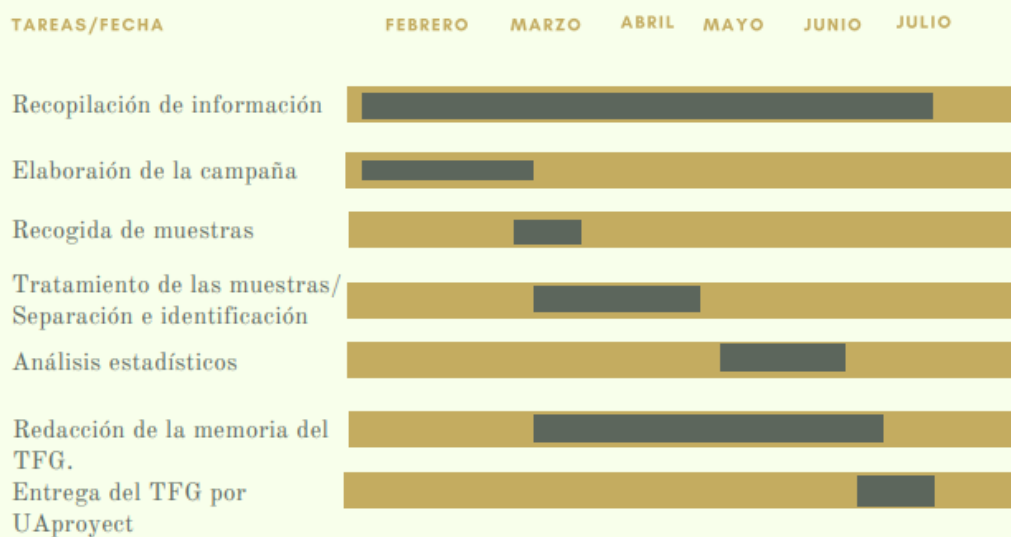


Figura 10. Cronograma del Trabajo de Fin de Grado.

Anexo 2.

- Fichas de las especies:

En el presente anexo, se realiza una ficha por cada especie observada y ordenadas según taxones, considerando los siguientes apartados:

- **Sinonimias:** Las encontradas en la literatura y recogidas del WORMS
- **Material examinado:** Las muestras están codificadas según la siguiente nomenclatura alfa-numérica:
 - Marina: (A) Alicante; (Cl) Calpe; (Cp) Campello; (D) Denia; (G) Guardamar; (J) Jávea; (T) Torrevieja.
 - Sustrato: (B) boyas/defensas; (C) cabo; (P) pantalán
 - Nº de ejemplares (individuos o colonias) entre paréntesis.

Dicho material se encuentra depositado en el Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada de la Universidad de Alicante o en el Centro de Investigación Marina de Santa Pola (CIMAR)

- **Descripción:** Básica para la distinción de la especie.
- **Ecología y biología:** Información sobre el hábitat (sustratos, batimetría), condiciones ambientales y ciclo biológico.
- **Distribución geográfica.** Repartición a nivel regional y/o mundial.
- **Observaciones:** Información obtenida durante el estudio y que se considera interesante resaltar.

1. Orden Aplousobranchia.

1.1 Familia Didemnidae

Diplosoma listerianum (Milne Edwards, 1841).



Figura 12. Colonia de *Diplosoma listerianum* a la izquierda visto in situ; Zooides de *Diplosoma listerianum* visto al binocular. (Imagen de autor)

Sinonimia.

Leptoclinum listerianum (Milne Edwards, 1841); *Didemnum gelatinosum* (Milne Edwards, 1841); *Diplosoma gelatinosum* (Milne Edwards, 1841); *Leptoclinum gelatinosum* (Milne Edwards, 1841); *Diplosoma rayneri* (Macdonald, 1859); *Pseudodidemnum listerianum* (Milne Edwards, 1841); *Diplosoma punctatum* (Forbes, 1848); *Leptoclinum punctatum* (Forbes, 1848); *Leptoclinum rayneri* (Macdonald, 1859); *Pseudodidemnum crystallinum* (Giard, 1872); *Diplosoma crystallinum* (Giard, 1872); *Diplosoma chamaeleon* (Drasche, 1884); *Pseudodiplosoma zosterarium* (Jourdain, 1885); *Leptoclinum macdonaldi* (Herdman, 1886); *Diplosoma macdonaldi* (Herdman, 1886); *Diplosoma listeri* (Lahille, 1890); *Diplosoma mitsukuri* (Oka, 1892); *Leptoclinum mitsukurii* (Oka, 1892); *Diplosoma atropunctatum* Van Name, 1902; *Leptoclinum atropunctatum* (Van Name, 1902); *Leptoclinum lacteum* (Van Name, 1902); *Diplosoma lacteum* (Van Name, 1902); *Diplosoma pizoni* (Ritter & Forsyth, 1917); *Leptoclinum okai* (Tokioka, 1949); *Leptoclinum macrolobium* (Tokioka, 1949); *Leptoclinum takeharai* (Tokioka, 1951); *Diplosoma cupuliferum* (Kott, 1952); *Lissoclinum cupuliferum* (Kott, 1952)

Material examinado.

T-C (1); A-C (1); A-P (1), Cp-C (3); Cp-B (4); Cp-P (6); Cl-C (4); Cl-B (4); Cl-P (13); J-C (2); J-B (3); J-P (7); D-B (3).

Descripción.

Esta especie es una ascidia colonial compuesta, con pequeños zooides individuales incrustados en una matriz o túnica común. La colonia puede crecer ampliamente, formando láminas gelatinosas suaves que miden 1-3 mm de espesor y hasta varios centímetros de ancho. Los

zooides individuales son muy pequeños, de aproximadamente 1-2 mm. La túnica carece de espículas calcáreas, pero a menudo posee motas de pigmento blanco. A menudo translúcido y descolorido o con un tono gris, verde claro o marrón. (Ramos, 1988).

Ecología y biología.

Batimetría: Especie litoral, entre zona de mareas hasta 150 m.

Tunicados coloniales de la Familia *Didemnidae* poseen pequeños zooides, completamente envueltos en una fina túnica incrustante. Cada zooide tiene un sifón oral y una apertura atrial la cual llega a una cámara cloacal compartida. El agua es bombeado dentro del sifón oral, a través de branquias ciliadas finamente entrelazadas en la faringe, donde se filtra el fitoplancton y los detritus, pasando a la mucosa del estómago e intestinos finalmente (Millar 1970; Ramos, 1988).

La reproducción ocurre tanto asexualmente por *budding* y sexualmente con huevos fertilizados que desarrollan un estado larvario. Los zooides son hermafroditas, lo cual permite que tanto los óvulos como los espermatozoides sean liberados a la cámara atrial. Los huevos fertilizados se acumulan dentro de la túnica hasta que se convierten en larvas de lecitotróficas (no alimentadas, poseen reservas energéticas).

La larva tiene una cola muscular y una notocorda, manchas oculares y un conjunto de papilas adhesivas. Con periodos de natación menores a un día, dependiendo de la temperatura del agua. En el asentamiento la cola se absorbe, la cesta branquial se expande y el tunicado comienza a alimentarse por filtración. Pudiendo producir larvas cada 2-4 semanas después del asentamiento (Millar 1970).

Distribución geográfica.

Especie cosmopolita de aguas templadas y cálidas, apareciendo frecuentemente en los niveles superiores del infralitoral.

Observaciones.

Se ha encontrado en 6 de 7 puertos indiferentemente del sustrato artificial muestreado (cabo, boya e pantalán) además de encontrarse de forman frecuente en todos los puertos donde estuvo presente durante el muestreo. Encontrado en todo tipo de sustrato artificial en puertos con indiferencia en la localización geográfica de aguas poco profundas.

1.2 Familia Polyclinidae

Aplidium aff. *densum* (Giardm 1872)



Figura 13. Colonia de *Aplidium* aff. *densum* a la izquierda visto in situ; Zooide de *Aplidium* aff. *densum* visto al binocular; zoom de los pliegues estomacales (Imagen de

Sinonimia.

Amaroucium densum (Giard, 1872).

Material examinado.

T-C, (1); Cp-C, (3); Cl-C, (4); Cl-C, (4); Cl-P, (3); J-C, (1); D-C, (4); D-B, (4).

Descripción.

Esta especie es una ascidia colonial compuesta, con alargados zooides individuales incrustados en una matriz o túnica común. La colonia crece en formaciones masivas de color anaranjado con distribución meandriforme de los zooides en la túnica. Los zooides individuales están divididos en tres partes (Abdomen, post-Abdomen y Thórax), pequeños, de aproximadamente 1-2 mm de ancho y 8 mm de largo (Ramos-Esplá, 1988).

Ecología y biología.

Colonia formada por zooides sésiles, con una apertura cloacal común para cada uno. Sifón oral lobulado, apertura atrial con lengüeta.; estómago con 10 lóbulos verticales. Colonizando rocas y en zonas de pradera hasta 50 m, incluyendo el norte de Irlanda y el sur del Mediterráneo. (Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe).

Comienzo de maduración de los zooides en Febrero y maduros en Julio.

Distribución geográfica.

Sustratos duros y artificiales hasta la profundidad de 80 metros desde la superficie, catalogada anteriormente en varios estudios en el Mediterráneo (Ramos-Esplá, 1988; Turón, 1988; Izquierdo 2005)

Observaciones.

Ha sido encontrada en abundancia en la mayoría de los puertos muestreados, sin embargo en estudios anteriores se había catalogada abundante únicamente en la parte Noreste de la Península Ibérica. Se sugiere un seguimiento de este caso para evitar una diseminación descontrolada.

1.3 Familia Clavelinidae

Clavelina lepadiformis (Müller, 1776)



Figura 14. Colonia de *Clavelina lepadiformis* a la derecha visto *in situ*; Zooide de *Clavelina lepadiformis* *in situ*. (Imagen de autor)

Sinonimia

Ascidia lepadiformis (Mueller, 1776); *Clavelina pumillo* (Milne Edwards, 1841); *Clavelina rissoana* (Milne Edwards, 1841); *Clavelina savigniana* (Milne Edwards, 1841).

Material examinado

T-C, (3); T-B, (3); T-P, (2); G-P, (2) zooides; A-C, (1); A-P, (1); Cp-C, (9); Cp-B, (6); Cp-P, (2); Cl-C, (8); Cl-B, (1); Cl-P, (2); J-C, (7); J-B, (2); J-P, (3); D-C, (1); D-B, (5).

Descripción.

Ascidia colonial con zooides libres, de hasta 2 cm de altura, conectados entre sí por la base en una red de estolones gelatinosos; presentándose en densos racimos formando colonias cespitosas. La túnica es transparente con unas características líneas blancas que recorren longitudinalmente al individuo. Presenta dos sifones bastante próximos estando el oral en la posición terminal; de 12 a 16 hendiduras branquiales.

Ecología y biología.

Especie común, desde 0 a 50 metros, donde aparece en fondos iluminados y medianamente umbríos. Vive en fondos rocosos y pedregosos, en especial bajo rocas salientes y también pegadas a las boyas, en ambientes portuarios, sobre algas, gorgonias y conchas de moluscos y crustáceos. A menudo recubren restos de naufragios. Se distribuye por el Mediterráneo, Atlántico europeo, Mar del Norte, Canal de la Mancha y parte norte y oeste del Mar Báltico. Especie anual, que empieza a desarrollarse en Octubre, alcanza su máximo desarrollo de Febrero a Abril y desaparece en Julio hasta el Octubre siguiente.

La colonia se forma normalmente de unos 25 zooides. Cuando un individuo que ha surgido del huevo prolifera por gemación (tipo de reproducción asexual). Los individuos hermafroditas salidos de las yemas se reproducen a su vez mediante óvulos y espermatozoides. Los huevos se desarrollan dentro del cuerpo materno, las larvas vagan algunas horas entre en plancton y se fijan a continuación para convertirse en zooides completos que crearan una nueva colonia.

Distribución geográfica.

Se distribuye por el Mediterráneo, Atlántico europeo, Mar del Norte, Canal de la Mancha y parte Norte y Oeste del Mar Báltico.

Observaciones.

Se ha visto en gran abundancia con zooides maduros en su época de reproducción durante el invierno, observándose un patrón estacional. Se destaca la adaptación a variaciones ambientales estando en la mayoría de medios litorales tanto en equilibrio como contaminados.

2. Orden Phlebobranchia

2.1 Familia Ascidiidae

Ascidia mentula (Müller, 1776)



Figura 15. *Ascidia mentula* vista in situ (Imagen de autor).

Sinonimia

Ascidia alderi (Alder & Hancock, 1912); *Ascidia crassa* (Alder & Hancock, 1912); *Ascidia plana* (Alder & Hancock, 1912); *Ascidia robusta* (Alder & Hancock, 1912); *Ascidia rubicunda* (Alder & Hancock, 1912); *Ascidia rubrotincta* (Alder & Hancock, 1912); *Ascidia rudis* (Alder & Hancock, 1912.)

Material examinado

A-C, (6); A-B, (6).

Descripción

Ascidia solitaria, de 10 a 15 cm de longitud; con un cuerpo alargado de forma redondeada o rectangular ligeramente curvado. Sifón branquial corto y con 5-8 lóbulos. Color verdoso, rosáceo o rojizo.

Ecología y biología.

Su alimentación es filtrando agua, tienen un sifón inhalante en la parte apical del cuerpo y el exhalante en la parte dorsal que expulsa el agua filtrada, junto a productos de excreción. Atrapando la materia orgánica y organismos, y dirigidos hacia el tubo digestivo.

En rocas, puerto, conchas, etc., desde aguas someras hasta profundidades de 200m. En invierno ocurre su época de reproducción sobre los meses de Septiembre – Octubre, incluso hay autores que han registrado hasta dos en un año (Svane y Lundälv, 1981).

Distribución geográfica

Encontrada en aguas poco profundas hasta 270 m (Ramos-Esplá, 1988). Generalmente distribuida por las Islas Británicas; además del Oeste de Noruega hacia el sur del Mediterráneo y Mar Negro (Millar, 1970).

Observaciones

Especie solitaria formando agrupaciones sin una relación de distribución ecológica definida y bastante común en la costa de levante aunque no de forma abundante (Ramos-Esplá, 1988).

***Ciona intestinalis* (Linnaeus, 1767)**

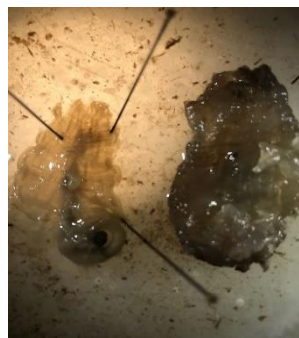


Figura 16. Disección de *Ciona intestinalis* a la derecha visto *in situ*; *Ciona intestinalis in situ*. (Imagen de autor).

Sinonimia

Ciona sociabilis (Gunnerus, 1765); *Tethyum sociabile* Gunnerus, 1765; *Ascidia canina* (Mueller, 1776); *Ascidia corrugata* (Mueller, 1776); *Ciona canina* (Mueller, 1776); *Ascidia intestinalis* (Linnaeus, 1767); *Phallusia intestinalis* (Linnaeus, 1767); *Ascidia virens* (Fabricius, 1779); *Ascidia viridiscens* (Brugière, 1792); *Ascidia membranosa* (Renier, 1807); *Ascidia virescens* (Pennant, 1812); *Ascidia diaphanea* (Quoy & Gaimard, 1834); *Ciona diaphanea* (Quoy & Gaimard, 1834); *Ascidia ocellata* (Agassiz, 1850); *Ciona ocellata* (Agassiz, 1850); *Ascidia tenella* (Stimpson, 1852); *Ciona tenella* (Stimpson, 1852); *Ascidia pulchella* (Alder, 1863); *Ciona pulchella* (Alder, 1863).

Material examinado

T-C, (18); T-B, (26); A-C, (3); Cp-C, (2); Cp-B, (1); Cl-C, (8); Cl-B, (2); J-C, (4); D-C, (6); D-B, (15); D-P, (1).

Descripción

Los tunicados del Género *Ciona* son conocidos por sus túnicas blandas y cuerpos flexibles, incluso pueden plegar su parte superior del cuerpo sobre la parte inferior. El saco branquial se encuentra en el interior de la túnica constituyendo hasta el 60% del peso del animal. Es de un color verdoso translucido y de forma tubular.

Ecología y biología

Ciona intestinalis puede ser encontrada desde aguas superficiales hasta 500 metros, pero puede también aparecer en aguas protegidas por puertos o instalaciones de acuicultura, formando parte del fouling de boyas, cabos, pantalanes, jaulas, etc. Son muy tolerantes a aguas contaminadas, generando un problema formando densas agregaciones o compitiendo con organismos de alrededor por comida y espacio.

Su alimentación es a través de la filtración del agua de su alrededor por su sifón atrial que la bombea a su interior. Gracias a cilios y mucosa atrapa pequeños organismos del zooplancton y fitoplancton, además de oxígeno y otros elementos esenciales. Pudiendo retraer sus sifones en caso de sentirse en peligro como mecanismo de protección.

Distribución geográfica

La distribución de *C. intestinalis* es principalmente en aguas templado cálidas y templado frías (Ramos-Esplá, 1998). Su principal hábitat son las aguas calmas y eutróficas de los puertos.

Observaciones

Ciona intestinalis ha sido la ascidia solitaria más abundante en el estudio mostrando una gran ocurrencia en puertos de aguas calmas y eutróficas.

Ascidella aspersa (Müller, 1776)



Figura 17. *Ascidella aspersa*; Túnica y al lado el organismo. (Imagen de autor).

Sinonimia

Ascidia aculeata (Alder, 1863); *Ascidia affinis* (Hancock, 1870); *Ascidia aspersa* (Mueller, 1776); *Ascidia patula* (Mueller, 1776); *Ascidia scabra* (Mueller, 1776); *Phallusia aspersa* (Mueller, 1776); *Phallusia patula* (Mueller, 1776); *Phallusia cristata* (Risso, 1826); *Ascidia cristata* (Risso, 1826); *Ascidella cristata* (Risso, 1826); *Ascidia pedunculata* (Hoffman, 1829); *Ascidia opalina* (MacGillivray, 1843); *Ascidia albida* (Alder & Hancock, 1848); *Ascidia elliptica* (Alder & Hancock, 1848); *Ascidella pellucida* (Alder & Hancock, 1848); *Ascidia pellucida* (Alder & Hancock, 1848); *Ascidia sordida* (Alder & Hancock, 1848); *Ascidia pustulosa* (Alder, 1863); *Ascidia normanni* (Alder & Hancock, 1870); *Ascidia triangularis* (Herdman, 1881); *Ascidia truncata* (Herdman, 1881); *Ascidia minuta* (Kiaer, 1893); *Ascidia expansa* (Kiaer, 1893).

Material examinado

T-C, (1); T-B, (1); Cp- C, (1); Cp-B, (1).

Descripción

Ascidia solitaria con sifones alargados y separados 1/3 de la longitud de su cuerpo. Su túnica es opaca y suave con gran flexibilidad, con un tamaño de hasta 6 cm (Millar, 1970). Con un color rosáceo o marrón con incrustaciones de sedimento y restos de conchas.

Ecología y biología

Su alimentación es filtrando agua, tienen un sifón inhalante en la parte apical del cuerpo y el exhalante en la parte dorsal que expulsa el agua filtrada, junto a productos de excreción. Atrapando la materia orgánica y organismos, y dirigidos hacia el tubo digestivo.

La reproducción se da mediante la liberación de gametos al agua; una particularidad es que las gónadas masculinas maduran previamente a las gónadas femeninas.

Distribución geográfica

En rocas, conchas, algas, objetos flotantes, etc., desde aguas superficiales hasta 80 m. Generalmente distribuida alrededor de las costas británicas y en zonas cálidas; además desde el oeste de la costa de Noruega a el Mediterráneo (Millar, 1970).

Observaciones

Especie poco abundante en la costa de levante apareciendo de forma poco común, sin embargo se han catalogado como abundante en las áreas portuarias de Mallorca (Ramos-Esplá, 1988).

Ascidiella scabra (Müller, 1776)



Figura 18. *Ascidiella scabra*, encontrada en la etiqueta de una Boya (Imagen de autor).

Sinonimia

Ascidia scabra (Müller, 1776); *Ascidia sordida* (Alder & Hancock, 1905) ; *Ascidia morei* (Alder & Hancock, 1905); *Ascidia normani* (Alder & Hancock, 1905); *Ascidia affinis* (Alder & Hancock, 1905); *Ascidia elliptica* (Alder & Hancock, 1905); *Ascidia pellucida* (Alder & Hancock, 1905).

Material examinado

D-B, (1).

Descripción

Ascidia solitaria que puede ser distinguida con *Ascidiella aspersa*, aunque difiere de ella presentando un menor tamaño (inferior a 4 cm de largo).

Ecología y biología

Organismo filtrador que se alimenta de materia orgánica en suspensión, fácilmente confundible con *Ascidiella aspersa*.

Son hermafroditas con una fecundación externa donde los gametos son liberados por la cavidad atrial y de allí al agua circundante donde se produce la fecundación.

Distribución geográfica

En algas, conchas, objetos flotantes, etc., desde aguas someras hasta 300 metros. Generalmente distribuida alrededor de Inglaterra, extendiéndose a través del mar del Norte al Oeste de Noruega y hacia el Sur en el Mediterráneo (Millar, 1970).

Observaciones

Especie de aparición ocasional en la costa de levante con un tamaño pequeño y habitualmente recolectada en hábitat de fondos detríticos costeros y praderas de *Posidonia oceanica* (Ramos-Esplá, 1988).

3. Orden Phlebobranchia.

3.1 Familia Styelidae.

Styela canopus (Savigny, 1816)



Figura 19. *Styela canopus*. (Imagen de autor).

Sinonimia

Tethyum canopus (Savigny, 1816); *Cynthia canopus* (Savigny, 1816); *Ascidia rugosa* (Agassiz, 1850); *Cynthia partita* (Stimpson, 1852); *Halocynthia partita* (Stimpson, 1852); *Styela barbaris* (Kott, 1952); *Styela partita* (Stimpson, 1852); *Styela partito* (Stimpson, 1852); *Styela rectangularis* (Kott, 1952); *Tethyum partitum* (Stimpson, 1852); *Styela variabilis* (Hancock, 1868); *Cynthia stellifera* (Verrill, 1871); *Cynthia canopoides* (Heller, 1877); *Styela canopoides* (Heller, 1877); *Styela pupa* (Heller, 1878); *Tethyum pupa* (Heller, 1878); *Styela bicolor* (Sluiter, 1887); *Styela bermudensis* (Van Name, 1902); *Styela orbicularis* (Sluiter, 1904); *Tethyum orbiculare* (Sluiter, 1904); *Styela marquesana* (Michaelson, 1918); *Styela stephensoni* (Michaelson, 1934)

Material examinado

T-C, (4); A-B, (4).

Descripción

Ascidia solitaria con la túnica gruesa y con sifones lobulados. Presenta laminas branquiales y debajo laminas branquiales. Confundible con *Styela plicata* de poco tamaño.

Ecología y biología

Organismo filtrados con dos sifones cortos y una alta tasa de filtración. Comúnmente encontrada en hábitat eutróficos como puertos y zonas estuarinas. Distribución cosmopolita al igual que *Styela plicata* aunque la primera también se encuentra en aguas templado frías (Ramos-Esplá, 1988).

Distribución geográfica

En conchas, rocas y sobre túnicas de otras ascidias, etc., desde aguas someras hasta 600 m. Generalmente distribuida alrededor de Inglaterra y del mar del Norte y el mar Mediterráneo.

Observaciones

Se ha observado en cada zona de muestreo que solo ha aparecido en cabos profundos.

Styela plicata (Lesueur, 1823)



Figura 20. *Styela plicata*, mostrando el interior del organismo a la izquierda; *Styela plicata* adherida a un cabo a la derecha (Imagen de

Sinonimia

Ascidia plicata (Lesueur, 1823); *Tethyum plicata* (Lesueur, 1823); *Tethyum plicatum* (Lesueur, 1823); *Ascidia phusca* (Delle Chiaje, 1828); *Ascidia cuvieri* (Delle Chiaje, 1841); *Phallusia sulcata* (Delle Chiaje, 1841); *Ascidia patata* (Costa, 1844); *Styela gyrosa* (Heller, 1877); *Styela pinguis* (Herdman, 1899)

Material examinado

T-C, (8); A-C, (2); A-B, (2); A-P, (4); J-C, (5); J-B, (7); J-P, (3).

Descripción

Ascidia solitaria que puede llegar hasta un tamaño de 15 cm de largo y formando aglomeraciones de otras de un menor tamaño. Un color grisáceo, verdoso o marrón. Con pliegues longitudinales en el saco branquial y sifones lobulados.

Ecología y biología

Especie cosmopolita distribuida principalmente en puertos y zonas estuarinas. Los sifones son de pequeño tamaño, el manto esta unido a la túnica, la cual tiene un alto contenido en celulosa y tunicina.

Cuando está físicamente perturbado, *S. plicata* expulsa agua, lo que explica por qué se llama chorro de mar. *S. plicata* es un tunicado con un comportamiento euritérmico; capaz de tolerar cambios en el agua de mar entre 10 - 30 ° C y salinidad entre 22 - 34% (Thiyagarajan y Qian, 2003).

S. plicata tiene una vida útil de menos de un año que se caracteriza por un rápido crecimiento. Algunos chorros de mar pueden vivir entre 2-3 años (Lambert y Lambert, 1998).

Distribución geográfica

Distribuida por la costa de levante, Cataluña y las islas Baleares en estudios previos (Ramos-Esplá, 1988; Izquierdo, 2005; Turón, 1988). Generalmente distribuida a través del fouling de barcos en puertos, zonas estuarinas, instalaciones de acuicultura...etc.

Observaciones

Ha aparecido en gran tamaño en la mayoría de los individuos identificados con gónadas maduras.

Botryllus schlosseri (Pallas, 1766)

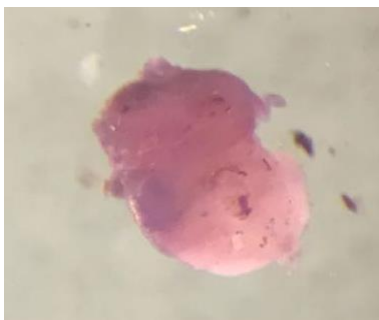


Figura 21. Zooide de *Botryllus schlosseri* a la izquierda visto al binocular; Colonia de *Botryllus schlosseri* a la derecha *in situ* (Imagen de autor).

Sinonimia

Alcyonium schlosseri (Pallas, 1766); *Botryllus stellatus* (Gaertner, 1774); *Alcyonium borlasii* (Turton, 1807); *Botryllus minutus* (Savigny, 1816); *Botryllus gemmeus* (Savigny, 1816); *Botryllus polycyclus* (Savigny, 1816); *Aplidium verrucosum* (Dalyell, 1839); *Botryllus bivittatus* (Milne Edwards, 1841); *Botryllus smaragdus* (Milne Edwards, 1841); *Botryllus violaceus* (Milne Edwards, 1841); *Botryllus castaneus* (Alder & Hancock, 1848); *Botryllus rubens* (Alder & Hancock, 1848); *Botryllus virescens* (Alder & Hancock, 1848); *Botryllus gouldii* (Verrill, 1871); *Botryllus aurolineatus* (Giard, 1872); *Botryllus calendula* (Giard, 1872); *Botryllus marionis* (Giard, 1872); *Botryllus morio* (Giard, 1872); *Botryllus pruinus* (Giard, 1872); *Botryllus rubigo* (Giard, 1872); *Botryllus gascoi* (Della Valle, 1877); *Botryllus calyculatus* (Alder & Hancock, 1907); *Botryllus violatinctus* (Hartmeyer, 1909); *Botryllus badium* (Alder & Hancock, 1912); *Botryllus badius* (Alder & Hancock, 1912); *Botryllus miniatus* (Alder & Hancock, 1912)

Material examinado

C-P, (1); Cp-C, (2); Cp-B, (2); J-C, (11); J-B, (11); J-P, (4); D-C, (8); D-B, (8).

Descripción

Colonias laminares, pequeñas, de escasos milímetros de espesor a formas masivas (aplanadas) de hasta 1 cm de espesor. Los zooides se disponen en sistemas circulares o ligeramente ovalados, con aberturas cloacales comunes. El color de la túnica varía de amarillo al verde, aunque es posible otras combinaciones, su textura es lisa y gelatinosa.

Ecología y biología

Especie colonial de tunicado que se dispone en forma de estrella o flor. Vive fuertemente adherida al sustrato que coloniza, tanto hojas de algas, caparazones de animales de desplazamiento lento o sésiles. Es un organismo filtrador, bombeando el agua al interior del sifón oral (tomando materia orgánica y fitoplancton) y tras ser digeridos en el estómago e intestino son exhalados por el sifón atrial (el cual es comunal).

Puede producirse la reproducción asexual a través de fragmentación (sin transferencia de genes) o gemación. La reproducción sexual se da mediante gametos que se expulsan al agua circundante y son fecundados en el exterior.

Distribución geográfica

Estrecho de Gibraltar (Naranjo, 1994), Baleares (Turón, 1988), costa de levante y mar de Alborán (Ramos-Esplá, 1988), encontrándose en todo el Mediterráneo y por la costa europea y americana del Atlántico.

Observaciones

Puede confundirse con alguna especie del Género *Botrylloides*. Se puede dar el caso de que dos colonias de individuos diferentes se toquen, formando una única colonia más grande.

Microcosmus squamiger (Michaelson, 1927)



Figura 22. *Microcosmus squamiger*, mostrando el interior del organismo (a la izquierda); organismo in situ sobre un cabo (a la derecha) (Imagen de autor).

Sinonimia

Microcosmus exasperatus australis (Michaelson, 1908); *Microcosmus claudicans squamiger* (Hartmeyer and Michaelson, 1928).

Material examinado

A-C, (1); A-P, (1); J-C, (13).

Descripción

M. squamiger es una especie solitaria de tunicado usualmente encontrada formando aglomeraciones. La túnica puede crecer hasta unos 50 mm de diámetro y gran grosor, además de un color morado oscuro. Esta especie es comúnmente confundida con *Microcosmus exasperatus* (Turon *et al.* 2007), usando como rasgo taxonómico para distinguirlas la forma de las espínulas internas del sifón oral. Mientras que las de *M. squamiger* son cortas y con forma de uña (Naranjo, 1995), las de *M. exasperatus* son largas y en forma de gancho.



Figura 23. *Microcosmus squamiger*, espínulas vista al microscopio (Imagen de autor).

Ecología y biología

Ha sido diseminada por los distintos océanos y mares a través del fouling y aguas de lastre de barcos, colonizando tanto sustratos artificiales como naturales. Son filtradores sésiles con un sifón oral (por donde se bombea el agua) donde se filtra el fitoplancton y materia orgánica al llegar a las agallas, y pasa a las cadenas de moco al estómago y los intestinos; y un sifón atrial por donde se expulsan los desechos.

Las ascidias solitarias son hermafroditas, presentando tanto óvulos como espermatozoides que son liberados por el sifón atrial. Usualmente ocurre una fecundación externa donde óvulos y espermatozoides son expulsados al agua circundante, aunque también puede ocurrir una fecundación interna donde el huevo es fecundado en el interior y al eclosionar expulsado por el sifón atrial.

El periodo de natación de la larva lecitotrófica suele durar menos de un día aunque puede alargarse a temperaturas bajas.

Distribución geográfica

Distribuida por la costa de levante en la provincia de Alicante, Cataluña, las islas Baleares e islas Canarias en estudios previos (Ramos-Esplá, 1988; Izquierdo, 2005; Turón, 1988; Turón *et al.*, 2007), y parece estar limitada a la parte oeste del Mediterráneo, encontrándose en el este únicamente *M. exasperatus* (Turón *et al.*, 2007; Shenkar y Loya, 2009). Generalmente distribuida a través del fouling de barcos en puertos, zonas estuarinas, instalaciones de acuicultura, etc.

Observaciones

Se trata como especie invasora por su comportamiento perjudicial tanto desplazando especies nativas como por la formación de aglomeraciones en cabos y cascos de los barcos, provocando pérdidas económicas (más gasto en combustible, retirada de organismos...).

Bibliografía no citada anteriormente:

Naranjo Lozano S.A. (1995). Taxonomía, zoogeografía y ecología de las Ascidias del Estrecho de Gibraltar. Implicaciones de su distribución bionómica en la caracterización ambiental de áreas costeras. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla.

Shenkar, N. y Loya, Y. (2009). Non-indigenous ascidians (Chordata: Tunicata) along the Mediterranean coast of Israel. *Marine Biodiversity Records*, 2.

Svane, I. y Lundälv, T. (1981). Reproductive patterns and population dynamics of *Ascidia mentula* OF Müller on the Swedish west coast. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 50, 2-3: 163-182.

Thiyagarajan, V. y Qian, P. Y. (2003). Effect of temperature, salinity and delayed attachment on development of the solitary ascidian *Styela plicata* (Lesueur). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 290, 1: 133-146.

Links:

- Fofonoff, P.W., Ruiz, G.M., Stebes, B., Simkanin, C., y Carlon, J.T. (2018). National Exotic Marine and Estuarine Species Information System. (7 Julio 2018; <http://invasions.si.edu/nemesis/>) (consultada el 7 de Julio 2018).

Libro:

- Hayward, P.J. y Ryland, J.S. 1990. *Handbook of the Marine Fauna of North-West Europe*. OUP Oxford, concise edition (12 Abril 1990), 816 pp.